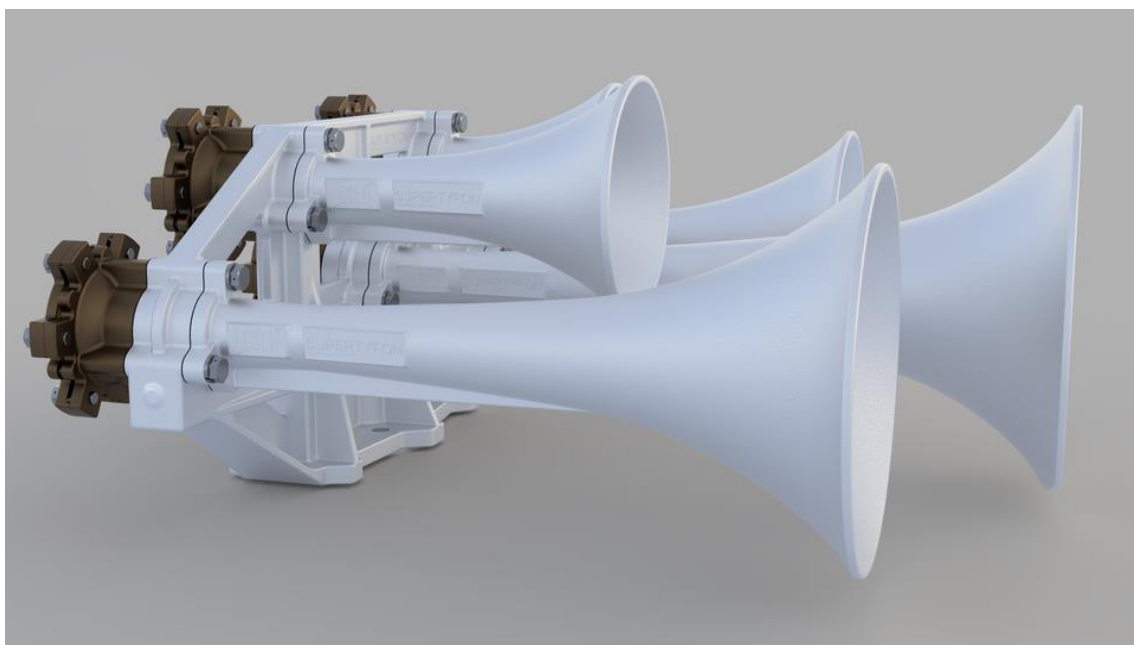


Buzinas a ar



Marcelo Teodoro
rev. L – Abr/2025

1. INTRODUÇÃO

Buzinas a ar são dispositivos pneumáticos projetados para criar um som extremamente alto (acima de 100 dB), com a finalidade de sinalização e alerta. São largamente utilizadas em veículos como caminhões, carros de bombeiros, ambulâncias, navios e locomotivas.

Nas ferrovias, foram projetadas e desenvolvidas para substituir os antigos apitos das locomotivas a vapor, quando estas vinham sendo também rapidamente substituídas pelas locomotivas a diesel. Era essencial que seu som fosse similar ao já provado e aceito apito a vapor, então a voz das locomotivas. Seu tom deveria ser agradável, porém penetrante em todas as direções, resposta rápida, baixo consumo de ar e de construção robusta o bastante para resistir às severas demandas do serviço ferroviário.

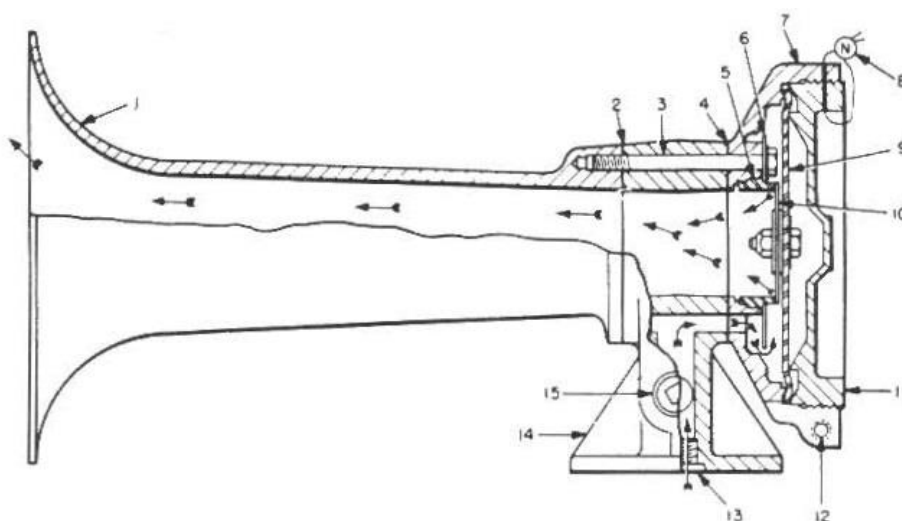
2. FUNDAMENTOS

A idéia por trás de uma buzina a ar é a vibração do fluxo de ar através da mesma, causando ondas sonoras. Quando o ar é aplicado, atinge um diafragma, geralmente metálico, que vibra para frente e para trás, causando ondas que produzem sons audíveis.

Nos diagramas abaixo, uma linha de ar se conecta a um orifício (*air inlet port* ou *orifice*), que alimenta um suporte com várias ligações (*manifold*), o qual combina cada buzina individual num carrilhão (*chime horn*). O ar entra numa câmara (*chamber A*) que fica selada por um diafragma (*diaphragm*), que tem um selo externo permanente e um interno não permanente. A parte do diafragma que sela contra o bocal é usualmente chamada badalo (*clapper*). O diafragma não é necessariamente de um só disco: as buzinas Nathan série M têm 2 ou 3 discos por corneta. Esta prática fortalece o diafragma, aumentando sua resistência e mantendo-o mais flexível que um único disco espesso. No entanto, quanto mais peças, mais manutenção. Também o diafragma e o *clapper* não são necessariamente uma peça única: o *clapper* pode ser um disco menor parafusado ou rebitado no diafragma. Dentro da câmara, pode haver um difusor (*diffuser*), a fim de melhorar a distribuição do ar, como nas Leslie SuperTyfon e nas Nathan séries K e M.

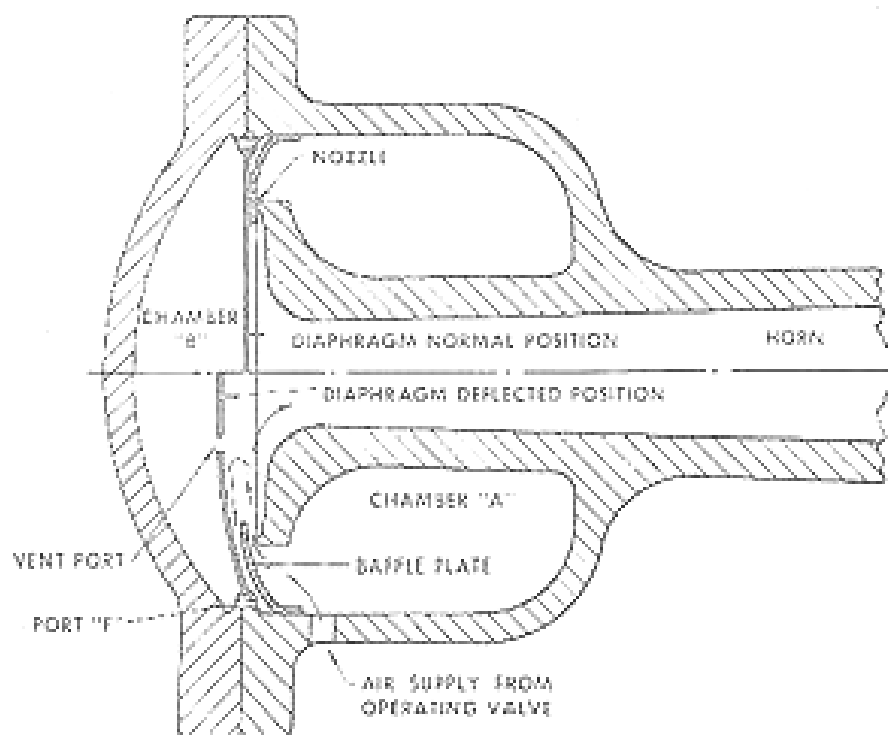
À medida que a pressão aumenta na câmara, o diafragma é forçado fazendo-o vibrar, permitindo o ar escapar através do bocal (*nozzle*). Quando a coluna de ar é empurrada pelo diafragma, ela vibra em ondas estacionárias. O ar que escapa é ventado para a garganta (*throat*) da corneta, ou câmara de ressonância, que abre para a atmosfera. A corneta (*bell*) consiste em uma trombeta que se alarga, servindo como um “transformador acústico”, melhorando a transferência da energia sonora do diafragma para a atmosfera. O comprimento da corneta determina o comprimento de onda das ondas sonoras geradas e conseqüentemente a frequência fundamental (*pitch*) da nota produzida pela buzina. Quanto maior o comprimento, menor a frequência. Quando a pressão na garganta começa a se igualar ou exceder a da câmara, o diafragma volta à sua posição original ou muito próxima dela, selando ou quase selando novamente a câmara contra o bocal. Este ciclo se repete várias vezes por segundo (frequência), ficando o diafragma em constante movimento, permitindo que diferentes quantidades de ar entrem na corneta continuamente. Uma vez que o diafragma se move num padrão de repetição, as ondas na corneta são geralmente consistentes, e numa frequência suficiente de forma que fique na faixa audível.

- 1—Bell
- 2—Gasket
- 3—Bolt
- 4—Gasket
- 5—Clapper Seat
- 6—Diffuser Ring
- 7—Diaphragm Head
- 8—Seal
- 9—Diaphragm
- 10—Clapper Disc
- 11—Adjusting Cap
- 12—Clamp Screw
- 13—Air Inlet Port
- 14—Base
- 15—Alternate Air Inlet Port



O conjunto da câmara, bocal, diafragma e as partes que os envolvem é usualmente chamado de câmara de potência (*power chamber*) ou cabeça (*head*), ou ainda alojamento ou conjunto do diafragma (*diaphragm housing* ou *diaphragm*

assembly). Em alguns casos, como nas Nathan séries K e P e algumas Wabco, a corneta é fisicamente solidária à cabeça. O conjunto da buzina, com uma ou várias cornetas e *manifold*, é chamado *chime horn* (carrilhão).

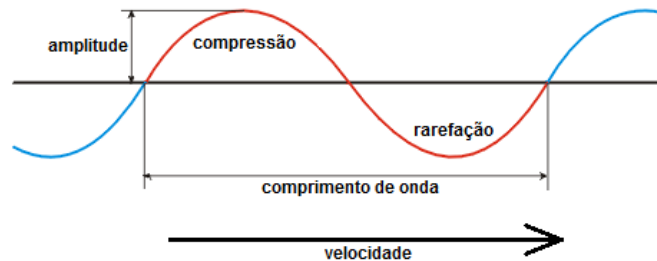




3. INTRODUÇÃO À TEORIA MUSICAL - DEFINIÇÕES

3.1 Som (sound)

É a propagação de uma frente (onda) de compressão mecânica, causada por qualquer variação na pressão do meio, e que é perceptível ao ouvido humano, ou seja, na faixa de aproximadamente 20 a 20.000 Hertz. O som se propaga no ar a uma velocidade de 343 m/s em condições normais de temperatura e pressão. A sua frequência (*pitch*) é determinada pela velocidade dividida pelo comprimento de onda (*wave length*).



3.2 Notas (notes ou keys) e altura (pitch)

Embora sejam conceitos diferentes, o *pitch* pode ser caracterizado pela frequência (*frequency*), ou seja, é representado por uma frequência particular. É a forma como o ouvido humano percebe a frequência dos sons. As baixas frequências são percebidas como sons graves, enquanto que as altas são percebidas como sons agudos, ou tons graves e agudos. Em consequência, quanto maior a frequência, maior o *pitch*.

Na buzina, o *pitch* é determinado pela corneta. Seu comprimento e perfil interno determinam a nota musical. O formato e quantidade de metal também afetam o tom e o *pitch*: como regra geral, quanto maior o comprimento, menores o tom e o *pitch*, quanto maior o diâmetro da garganta, menor a altura, quanto maiores o peso e a espessura, mais rico o tom. No entanto, o mais importante na definição do *pitch* é o comprimento da garganta, mesmo alterando a forma da parte cônica.

A música existe desde milênios, mas muita coisa se perdeu no tempo. Aproximadamente em 500 AC, na Grécia antiga, Pitágoras acreditava que tudo no Universo é governado pelos números. Ele notou que uma corda esticada, quando vibrava, produzia determinado som, e que se o comprimento for reduzido pela metade, o som produzido guardaria uma interessante relação com o primeiro. Ele então dividiu a corda em $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{4}$, obtendo as razões de $\frac{2}{1}$, $\frac{3}{2}$ (quintas) e $\frac{4}{3}$ (quartas).

Como a frequência do som produzido é inversamente proporcional ao comprimento da corda, se atribuirmos o valor “1” à frequência fundamental da corda teremos:

nota	comprimento da corda	frequência em relação à fundamental
DÓ	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1} = 2$
SOL	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{2} = 1,5$
FÁ	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{3} = 1,333...$

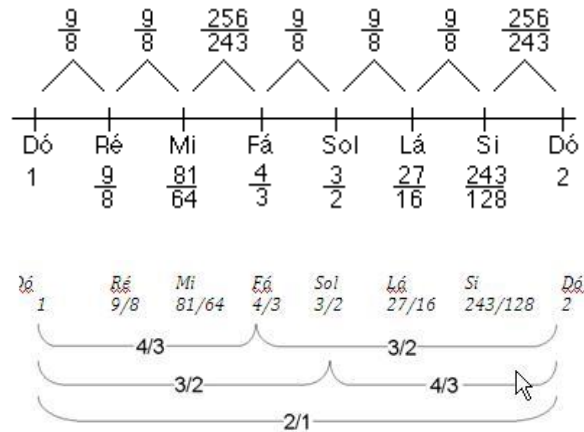
Baixando uma quarta a partir do SOL temos: $(\frac{3}{2}) * (\frac{3}{4}) = \frac{9}{8}$, que é um RÉ.

Subindo uma quinta a partir do RÉ temos: $(\frac{9}{8}) * (\frac{3}{2}) = \frac{27}{16}$, que é um LÁ.

Baixando uma quarta a partir de LÁ temos: $(\frac{27}{16}) * (\frac{3}{4}) = \frac{81}{64}$, que é um MI.

Subindo uma quinta a partir de MI temos: $(\frac{81}{64}) * (\frac{3}{2}) = \frac{243}{128}$, que é um SI.

notação latina	comprimento da corda	razão em relação à frequência fundamental	intervalo
DO	1	1	-
RÉ	$\frac{8}{9}$	$\frac{9}{8} = 1,125$	segunda
MI	$\frac{64}{81}$	$\frac{81}{64} = 1,266$	terça
FÁ	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{3} = 1,333...$	quarta
SOL	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{2} = 1,5$	quinta
LÁ	$\frac{16}{27}$	$\frac{27}{16} = 1,6875$	sexta
SI	$\frac{128}{243}$	$\frac{243}{128} = 1,898$	sétima
DO	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{1} = 2$	oitava



Essas são as chamadas notas naturais, pois não apresentam nenhum acidente, com veremos adiante. Essas notas agrupadas dessa forma constituem a escala Pitagórica.

3.2.1 Representação das notas musicais

Para representar as notas musicais, em qualquer escala, utilizou-se um conjunto de sílabas retiradas de versos latinos de um hino a São João Batista, do monge beneditino Guido d'Arezzo (995-1050):

UT queant laxis
*RE*sonare fibris
*MI*ra gestorum
*FA*muli tuorum
*SOL*ve polluti
*LA*bii reatum
*San*cte *IO*annes

O **UT** foi alterado para **DO** no século XVII por João Baptista **DO**ni, facilitando assim o solfejo. Esse sistema é chamado latino. No sistema anglo-saxão, utiliza-se as letras **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** e **G**¹, sendo que o **A** corresponde ao **Lá** e o **C** corresponde ao **Dó**. No sistema alemão, utiliza-se o **H** em lugar de **B** para o **Si**.

notação latina	notação anglo-saxônica	notação alemã
DO	C	C
RE	D	D
MI	E	E
FÁ	F	F
SOL	G	G
LÁ	A	A
SI	B	H
DO	C	C

3.3 Timbre (*timbre*)

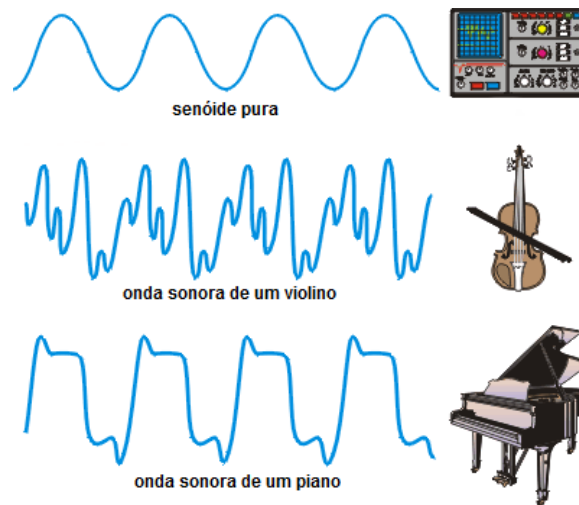
Timbre é o que diferencia um “Dó” do piano de um “Dó” do violino. O que ocorre é que, além da frequência natural da vibração, que define a nota, várias frequências harmônicas² também aparecem. Somadas as amplitudes das frequências dos harmônicos com as da fundamental, a forma de onda resultante deixa de ser senoidal, e se transforma numa onda cheia de picos e vales. Além disso, a forma como o som se inicia, se mantém e termina, características que combinadas são chamadas de envelope sonoro, também influenciam no timbre.

¹ Esse sistema foi primeiro representado em *De institutione musica* de **Anicius Manlius Severinus Boethius** (477-524), que representou o sistema grego antigo *Greater Perfect System* num diagrama utilizando as letras A, B, C etc. até P, que vieram a ser utilizadas como nomes das notas diatônicas. No sistema grego antigo, de menor para a maior nota há um tom seguido de dois tetracordes, que, quando afinado diatonicamente, consiste em um semitom seguido de dois tons, resultando em TsTTsTT.

² Frequências harmônicas são as frequências de ressonância de um determinado material. São múltiplos da frequência fundamental.



Na buzina, o timbre é controlado pelo diafragma e pelo *clapper*. O modo como o diafragma oscila causa uma grande diferença no tom da buzina. Se ele oscila sem voltar à posição original, as ondas produzidas serão mais senoidais do que se o *clapper* encostar no bocal a cada ciclo. No primeiro caso o som será mais suave, com menos harmônicos, como nas Nathan série M, e no segundo caso o som será mais metálico, agudo e alto, como nas Nathan série P. Os tipos de material do diafragma e do bocal também afetam o timbre, mas numa proporção menor.



3.4 Intensidade do som (*level* ou *loudness*)

Refere-se à amplitude da onda sonora, também chamada de volume, ou nível de pressão sonora (que é medido em decibéis dB_{SPL}). Quanto maior a amplitude, maior o volume.

Nas buzinas, o tamanho do orifício é a variável que pode alterar o volume do som das buzinas, controlando a quantidade ou volume de ar. Quanto maior o orifício, mais ar deve entrar na câmara e mais alto será o som produzido. O aumento do volume de ar é conseguido também com o aumento da pressão. Nas locomotivas, o ar (quantidade e pressão) é controlado através de uma válvula.



Válvula de controle manual, Graham-White série 353

3.5 Intervalos tonais (*intervals*) e acidentais (*accidentals*)

Assim como temos intervalos de tempo, intervalos geográficos (distâncias) e outros, na música temos intervalos entre uma nota e outra, que são chamados intervalos tonais. A unidade de medida da música é o **tom** (*tone*), que pode ser subdividido (semitom ou meio-tom (*semitone* ou *half step* ou *half tone*) etc.). Acidente (*accidental*) é a alteração de uma



nota tornando-a um semitom maior ou menor (acidentes simples). Um sustenido (símbolo #) ou *sharp* aumenta a nota em meio-tom, e um bemol (símbolo ♭) ou *flat* diminui a nota em meio-tom³. Existem também acidentes duplos e microtonais. Intervalos simples são aqueles contidos dentro da mesma oitava, e intervalos compostos são aqueles que ultrapassam uma oitava.

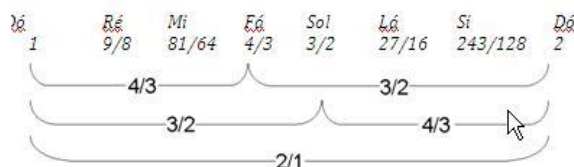
Alguns desses intervalos receberam nomes específicos, em função da sua razão (que depende de como é construída a escala):

Razão	Decimal	Nome		Símbolo	Obs.
1/1	1	"uníssonos"	primeira justa		
16/15	1,0666...	semitom			4/5 x 4/3
10/9	1,111...	tom menor			2/3 x 5/3
9/8	1,125	tom maior	segunda maior Pitagórica		3/2 x 3/4
6/5	1,2		terça menor justa Ptolomaica		
5/4	1,25		terça maior justa Ptolomaica		
81/64	1,265625		terça maior Pitagórica		9/8 x 9/8
4/3	1,333...		quarta justa Pitagórica	IV	
3/2	1,5		quinta justa Pitagórica	V	
27/16	1,6875		sexta maior Pitagórica		3/2 x 9/8
243/128	1,8984375		sétima maior Pitagórica		81/64 x 3/2
2/1	2		oitava justa		

Nota: alguns autores dão o nome de uníssonos ao intervalo de primeira justa, mas isso não está correto. Uníssonos não é um intervalo e sim o termo que se dá quando 2 notas iguais são produzidas simultaneamente.

Vimos na construção da escala Pitagórica o motivo do uso desses números 2, 3 e 4.

Para somar dois intervalos, multiplica-se suas razões. Por exemplo, IV + V = (4/3) x (3/2) = (2/1) (oitava). Quando dois intervalos somados resultam numa oitava, como no exemplo, eles são chamados inversões. Matematicamente, um intervalo é a relação R entre as frequências de 2 notas.



Ao final desse artigo, nos anexos, há uma tabela com centenas de intervalos e seus nomes usuais.

Escala diatônica ou natural é uma escala de 7 notas (heptatônica) com 5 intervalos de tons e 2 intervalos de semitons entre as notas. Por esta definição, a escala Pitagórica é também uma escala diatônica. Nesse tipo de escala, os intervalos recebem o nome em função de um designativo de sua qualidade (classificação qualitativa) e da distância entre 2 notas (classificação quantitativa):

- intervalo de segunda: distância de 2 notas
- intervalo de terceira (terça): distância entre 3 notas
- intervalo de quarta: distância entre 4 notas etc.
- P = intervalos justos ou perfeitos (*perfect*): o mais próximo da série harmônica de um determinado som; são aqueles representados por frações de números inteiros como 1/1, 4/3, 3/2 e 2/1; somente intervalos de primeira, quarta, quinta e oitava são justos ou perfeitos; envolvem sempre distâncias entre notas naturais, entre sustenidas ou entre bemóis, exceto as quartas e quintas entre B e F, que envolvem B para F# e B ♭ para F;
 - Primeira justa: P1, nenhum semitom
 - Quarta justa: P4, 2 tons e 1 semitom = 5 semitons
 - Quinta justa: P5, 3 tons e 1 semitom = 7 semitons
 - Oitava justa: P8, 5 tons e 2 semitons = 12 semitons

³ Antigamente a distinção entre os terceiros tetracordes conjuntos e disjuntos (*synemmenon* e *diezeugmenon*) na segunda oitava era notada utilizando-se duas formas de B: *molle* e *durum*, que se tornaram B ♭ e B ♮. Já o acidente # foi introduzido nos anos 1300 por **Marchetto de Padova**. Existem muitas outras notações para muitas outras escalas, o que não é escopo deste trabalho.



- m = intervalos menores (*minor*) e intervalos maiores (*Major*): são os que não podem ser justos, somente os de segunda, terceira, sexta e sétima; os menores são meio tom abaixo dos maiores;

Segunda maior: M2, 1 tom = 2 semitons

Terça maior: M3, 2 tons = 4 semitons

Sexta maior: M6, 4 tons e 1 semitom = 9 semitons

Sétima maior: M7, 5 tons e 1 semitom = 11 semitons

Segunda menor: m2, 1 semitom

Terça menor: m3, 1 tom e 1 semitom = 3 semitons

Sexta menor: m6, 3 tons e 2 semitons = 8 semitons

Sétima menor: m7, 4 tons e 2 semitons = 10 semitons

O intervalo de 6 semitons é chamado tritom.

- intervalos submenores (*subminor*): maior que um diminuto mas menor que um menor;
- intervalo submaiores (*supermajor*): maior que um maior mas menor que um aumentado; a inversão de um intervalo supermaior é um intervalo submenor;
- A = intervalos aumentados (*augmented*): intervalos maiores e justos acrescidos de um semitom;
 - Primeira aumentada: AUM1, 1 semitom
 - Segunda aumentada: AUM2, 1 tom e 1 semitom = 3 semitons
 - Terça aumentada: AUM3, 2 tons e 1 semitom = 5 semitons
 - Quarta aumentada: AUM4, 3 tons = 6 semitons
 - Quinta aumentada: AUM5, 4 tons = 8 semitons
 - Sexta aumentada: AUM6, 4 tons e 2 semitons = 10 semitons
 - Sétima aumentada: AUM7, 5 tons e 2 semitons = 12 semitons
 - Oitava aumentada: AUM8, 5 tons e 3 semitons = 13 semitons
- intervalos super aumentados (*superaugmented*): intervalos aumentados acrescidos de um semitom;
- d = intervalos diminutos (*diminished*): intervalos menores e justos decrescidos de um semitom;
 - Segunda diminuta: DIM2, nenhum semitom
 - Terça diminuta: DIM3, 1 tom = 2 semitons
 - Quarta diminuta: DIM4, 1 tom e 2 semitons = 4 semitons
 - Quinta diminuta: DIM5, 2 tons e 2 semitons = 6 semitons
 - Sexta diminuta: DIM6, 3 tons e 1 semitom = 7 semitons
 - Sétima diminuta: DIM7, 3 tons e 3 semitons = 9 semitons
 - Oitava diminuta: DIM8, 5 tons e 1 semitom = 11 semitons
- intervalos super diminutos (*superdiminished*): intervalos diminutos decrescidos de um semitom.

Intervalos enarmônicos são aqueles com a mesma distância, mas com nomes diferentes, como quarta aumentada (TTTs) e quinta diminuta (TTss = TTTs), ou terça diminuta (T) e segunda maior (T).

Segunda Maior _____

Terça Maior _____

Quarta Justa _____

Quinta Justa _____

Sexta Maior _____

Sétima Maior _____

Oitava Justa _____

Escala diatônica e intervalos diatônicos



Intervalo simples é aquele contido dentro da mesma oitava.

A tabela abaixo mostra os nomes convencionais mais utilizados para os intervalos simples entre as notas de uma escala cromática, que é uma escala de 12 notas e com intervalos de 1 semitom:

Intervalos simples:

numero de semitons	Intervalos menores, maiores ou perfeitos		intervalos diminutos ou aumentados		nomes alternativos		obs.
	nome	símbolo	nome	símbolo	Nome	símbolo	
0	primeira justa	P1	segunda diminuta	d2			
1	segunda menor	m2	primeira aumentada	A1	semitom, meio-tom	s	
2	segunda maior	M2	terça diminuta	d3	tom	T	
3	terça menor	m3	segunda aumentada	A2			
4	terça maior	M3	quarta diminuta	d4			
5	quarta justa	P4	terceira aumentada	A3			
6			quinta diminuta	d5	trítone, tritom	TT	
			quarta aumentada	A4			
7	quinta justa	P5	sexta diminuta	d6			
8	sexta menor	m6	quinta aumentada	A5			
9	sexta maior	M6	sétima diminuta	d7			
10	sétima menor	m7	sexta aumentada	A6			
11	sétima maior	M7	oitava diminuta	d8			
12	oitava justa	P8	sétima aumentada	A7			

Qualidades:

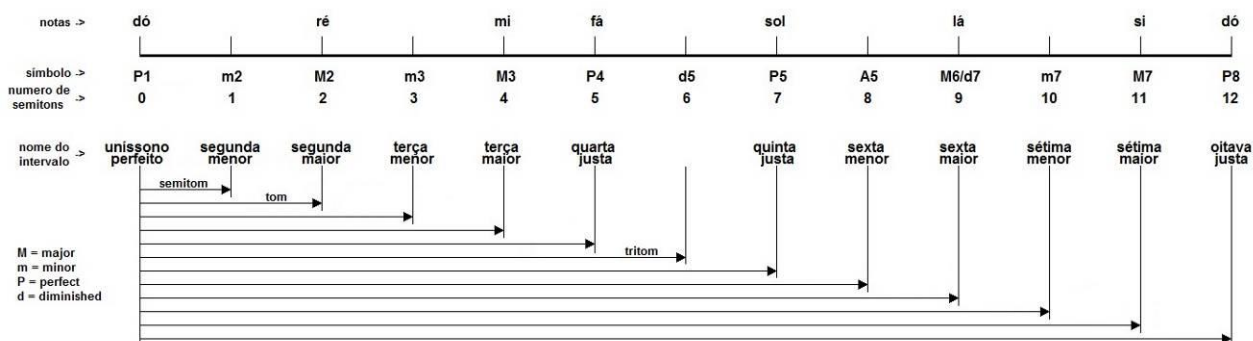
P = *Perfect* (justa), somente intervalos de primeira, quarta, quinta e oitava

M = *Major* (maior), somente intervalos de segunda, terça, sexta e sétima

m = *minor* (menor), um semitom abaixo de um intervalo maior; somente intervalos de segunda, terça, sexta e sétima

d = *diminished* (diminuta), um ou mais semitons acima da justa; intervalos menores também podem ser diminuídos em 1 semitom

A = *Augmented* (aumentada), um ou mais semitons abaixo da justa; intervalos maiores também podem ser aumentados em 1 semitom



Intervalo composto é aquele que ultrapassa uma oitava. Abaixo a tabela dos principais intervalos compostos.

Intervalos compostos:

numero de semitons	intervalos menores, maiores ou perfeitos		intervalos diminutos ou aumentados		nomes alternativos	obs.
	nome	símbolo	nome	símbolo		
12			<i>diminished ninth</i>	d9		
13	<i>minor ninth</i>	m9	<i>augmented octave</i>	A8		
14	<i>major ninth</i>	M9	<i>diminished tenth</i>	d10		
15	<i>minor tenth</i>	m10	<i>augmented ninth</i>	A9		
16	<i>major tenth</i>	M10	<i>diminished eleventh</i>	d11		
17	<i>perfect eleventh</i>	P11	<i>augmented tenth</i>	A10		
18			<i>diminished twelfth</i>	d12	tritave	
			<i>augmented eleventh</i>	A11		
19	<i>perfect eleventh</i>	P12	<i>diminished thirteenth</i>	d13		
20	<i>minor thirteenth</i>	m13	<i>augmented twelfth</i>	A12		
21	<i>major thirteenth</i>	M13	<i>diminished fourteenth</i>	d14		
22	<i>minor fourteenth</i>	m14	<i>augmented thirteenth</i>	A13		
23	<i>major fourteenth</i>	M14	<i>diminished fifteenth</i>	d15		
24	<i>perfect fifteenth</i>	P15	<i>augmented fourteenth</i>	A14	double octave	
25			<i>augmented fifteenth</i>	A15		



3.5.1 Símbolos dos acidentes

Acidentes simples: bemol $\flat$ (abaixa um semitom), sustenido $\sharp$ (aumenta um semitom) e bequadro $\natural$ (cancela qualquer acidente prévio). A palavra sustenido vem do latim e quer dizer elevado.

Acidentes duplos: dobrado bemol $\flat\flat$ (abaixa dois semitons ou um tom) e dobrado sustenido $\sharp\sharp$ (aumenta dois semitons ou um tom).

Acidentes microtonais: qualquer divisão menor que meio-tom é chamada microtom. Um dos sistemas é o de quartos de tom (*quarter tones*), com meio bemol (abaixa meio semitom ou um quarto de tom), meio sustenido (aumenta meio semitom ou um quarto de tom), bemol e meio e sustenido e meio (ambos um e meio semitons ou três quartos de tom).

notação	nome
$\flat$	meio bemol (<i>half flat</i>)
$\sharp$	meio sustenido (<i>half sharp</i>)
$\flat$	bemol (<i>flat</i>)
$\sharp$	sustenido (<i>sharp</i>)
$\natural$	bequadro (<i>natural</i>)
$\flat\flat$	bemol e meio (<i>flat-and-a-half</i>)
$\sharp\sharp$	sustenido e meio (<i>sharp-and-a-half</i>)
$\flat\flat$	dobrado bemol (<i>double flat</i>)
$\sharp\sharp$	dobrado sustenido (<i>double sharp</i>)

3.6 Oitava (*octave*) e escala (*scale*)

Uma escala musical é um conjunto qualquer discreto de notas ou *pitchs*, ordenados pela sua frequência, utilizada para descrever a música. Por essa definição, vemos que uma escala pode ter qualquer numero de notas, com quaisquer frequências. De fato, existem ou existiram diversas escalas ao longo do tempo, com quantidades variadas de notas e diferentes afinações (ver anexos).

A oitava é tida como o intervalo de referência na formação das escalas musicais, e tem esse nome por distanciar 8 notas, com distâncias variadas entre tons e semitons. No intervalo de repetição denominado oitava, o *pitch* ou frequência de uma nota em determinada oitava é o dobro de mesma nota na oitava abaixo. Por exemplo, se uma nota tem a frequência de 440 Hz (Lá central), a mesma nota uma oitava acima terá 880 Hz, e uma oitava abaixo terá 220 Hz.

Considera-se que a primeira escala desenvolvida foi a escala chinesa ou pentatônica, de 5 notas, palavra substituída no vocabulário musical por pentafônica. As escalas de 7 notas ou escalas heptatônicas antigas foram desenvolvimentos da escala pentatônica, e há registros de sua utilização pelos gregos, porém sua sonoridade é desconhecida (seus *pitchs*) e morreu junto com o Império Romano.

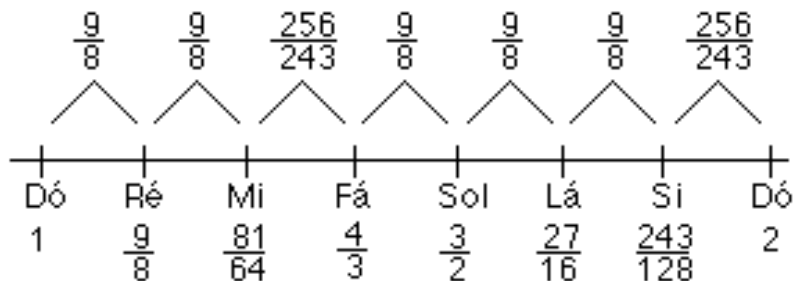
Tipos de escalas musicais:

tipo de escala	numero de notas por oitava	principais usos
cromática ou dodecatônica	12	escala moderna
octatônica ou diminuta	8	jazz, música clássica moderna
heptatônica	7	mais comum, como a escala ocidental moderna
hexatônica	6	música folk ocidental
pentatônica ou pentafônica	5	música asiática, escala chinesa
tetratônica	4	geralmente limitada à música primitiva ou pré-histórica
tritônica	3	geralmente limitada à música primitiva ou pré-histórica
ditônica	2	geralmente limitada à música primitiva ou pré-histórica
monotônica	1	liturgia

A escala Pitagórica, atribuída ao grego Pitágoras, que viveu no século VI AC, é aquela em que as razões das frequências de todos os intervalos são baseadas nas frações 3:2 e 4:3, as mais simples depois de 2:1. É baseada na superposição de quintas (3/2) e suas inversões, as quartas (4/3), como vimos nos itens anteriores. É também atribuída a Pitágoras a primeira conexão entre a música e a Matemática. O coeficiente 3:2, conhecido como quinta justa, foi escolhido por ser um dos mais harmoniosos e fáceis de perceber ao ouvido, e também pela importância do numero inteiro 3. O sistema de Pitágoras foi utilizado pelos músicos até o começo do século XVI. Considera-se que as escalas da música ocidental são provenientes da escala Pitagórica.



Como vimos, os intervalos na escala Pitagórica não são iguais: a relação entre cada nota, ou cada intervalo, é sempre $9/8$ (1,125) ou $256/243$ (1,0535), chamados respectivamente tom pitagórico diatônico e semitom pitagórico diatônico. A escala inteira é dividida então em 5 tons e 2 semitons. Matematicamente podemos deduzir que, na escala Pitagórica, sustentar uma nota é aumentar sua frequência na razão $2187/2048 = 9/8 \times 243/256 = 9/8 \times 9/8 \times 9/8 \times 3/4$ (1,0679), chamada apótoma Pitagórica. Analogamente, bemolizar uma nota na escala Pitagórica é diminuir sua frequência na mesma razão, ou multiplicar pela razão inversa $2048/2187$ (0,9364).



Se continuarmos o ciclo acima de quintas e quartas da escala Pitagórica, teremos todas as outras notas, representadas como sustenidos e bemóis. Por exemplo, uma quarta abaixo de Si nos dá $(243/128) \div (4/3) = 729/512$ (1,4238), que é o Fá sustenido, e uma quinta abaixo de Fá nos dá $(4/3) \div (3/2) = 16/9$ (1,777..), que é o Si bemol. A escala Pitagórica cromática, com 12 notas, é construída multiplicando-se o intervalo correspondente por um apótoma para obter um sustenido, e dividindo-se o intervalo correspondente por um apótoma para obter um bemol. Isso leva à existência de semitons de tamanhos diferentes, e de acidentes que não são equivalentes.

Uma segunda maior Pitagórica ($9/8$) pode ser subdividida em uma lima ($256/243 = 8/9 \times 8/9 \times 4/3$) e um apótoma ($2187/2048 = 9/8 \times 9/8 \times 9/8 \times 3/4$). Isto é, $9/8 = (256/243) \times (2187/2048)$. A razão entre esses dois intervalos $(2187/2048) \div (256/243)$ é chamada coma Pitagórica, cujo valor racional é $531441/524288$ ($R = 1,01364$ ou 23,46 cents).

Escala diatônica ou natural é uma escala de 7 notas, com cinco intervalos de tons (T) e 2 intervalos de semitons (s) entre as notas, como na escala Pitagórica.

escala diatônica		
notas	intervalo em semitons	intervalo entre as notas
dó	-	-
ré	2	tom
mi	4	tom
fá	5	semitom
sol	7	tom
lá	9	tom
si	11	tom
dó	12	semitom
		-

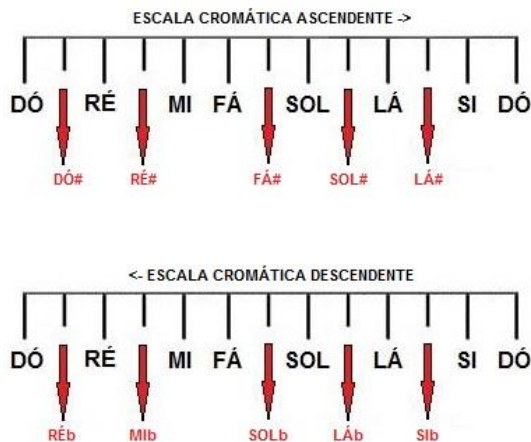


A sequência de 12 notas, com intervalos de meio-tom entre cada uma, é chamada de escala cromática. A escala cromática ascendente é aquela construída com sustenidos, enquanto que a escala cromática descendente é aquela construída com bemóis.

escala cromática						
ascendente			intervalo	descendente		
Dó	Dó	C	-	Dó	Dó	C
Dó sostenido	Dó#	C#	semitom	Ré bemol	Ré ♭	D ♭
Ré	Ré	D	semitom	Ré	Ré	D
Ré sostenido	Ré#	D#	semitom	Mi bemol	Mi ♭	E ♭
Mi	Mi	E	semitom	Mi	Mi	E
Fá	Fá	F	semitom	Fá	Fá	F
Fá sostenido	Fá#	F#	semitom	Sol bemol	Sol ♭	G ♭
Sol	Sol	G	semitom	Sol	Sol	G
Sol sostenido	Sol#	G#	semitom	Lá bemol	Lá ♭	A ♭
Lá	Lá	A	semitom	Lá	Lá	A
Lá sostenido	Lá#	A#	semitom	Si bemol	Si ♭	B ♭
Si	Si	B	semitom	Si	Si	B
Dó	Dó	C	-	Dó	Dó	C

Podemos reparar que todas as notas tem sustenido, exceto as que terminam em “i”, Mi e Si, pois entre elas e a nota seguinte o intervalo já é de um semitom. Analogamente, as notas que vem depois dessas, Fá e Dó, não terão bemol, pois entre elas e as anteriores já existe um intervalo de um semitom.

Na escala cromática, uma nota sustenida “equivale” à nota seguinte bemol, conforme a tabela acima. Porém, essas notas não possuem necessariamente o mesmo som, já que os semitons não são necessariamente iguais.



A escala diatônica em que os tons e semitons obedecem à ordem tom-tom-semitom-tom-tom-tom-semitom (TTsTTTs) é chamada escala maior. A escala maior obtida pelas notas dó-ré-mi-fá-sol-lá-si é chamada escala Dó maior, pois inicia em Dó e segue a ordem TTsTTTs. Se fizermos a mesma coisa a partir do sol, obtemos sol-lá-si-dó-ré-mi-fá. No entanto, a escala obtida dessa forma não soa melodicamente igual à anterior, pois a distribuição de semitons não é a mesma:

escala Dó maior	intervalo		escala Sol	intervalo
dó	-		sol	-
ré	tom		lá	tom
mi	tom		si	tom
fá	semitom	=>	dó	semitom
sol	tom		ré	tom
lá	tom		mi	tom
si	tom		fá	semitom
dó	semitom		sol	tom



Para a distribuição dos intervalos ficar igual à da escala Dó maior, o Fá da nova escala tem que subir um semitom, tornando-se Fá sustenido. Similarmente, se quisermos criar a escala de Fá, perceberemos que o Si precisará abaixar um semitom, e tornar-se um Si bemol. Essas escalas em Sol maior e Fá maior ficariam então:

escala Dó maior	intervalo	=>	escala Sol maior	intervalo	escala Fá maior	intervalo
dó	-		sol	-	fá	-
ré	tom		lá	tom	sol	tom
mi	tom		si	tom	lá	tom
fá	semitom		dó	semitom	si#	semitom
sol	tom		ré	tom	dó	tom
lá	tom		mi	tom	ré	tom
si	tom		fá#	tom	mi	tom
dó	semitom		sol	semitom	fá	semitom

Repetindo-se esse processo para todas as notas naturais, construímos as escalas maiores das notas naturais. A primeira nota da escala é chamada tônica, pois é de certa forma a mais importante e forte, e que dá nome à escala. Grau da escala é a posição da nota na escala, que varia de I a VII, e as funções de cada grau serão vistas adiante.

Escalas maiores (intervalos TTsTTTs)

graus da escala	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Escala								
Dó maior	C	D	E	F	G	A	B	C
Ré maior	D	E	F#	G	A	B	C#	D
Mi maior	E	F#	G#	A	B	C#	D#	E
Fá maior	F	G	A	B b	C	D	E	F
Sol maior	G	A	B	C	D	E	F#	G
Lá maior	A	B	C#	D	E	F#	G#	A
Si maior	B	C#	D#	E	F#	G#	A#	B

De modo análogo, podemos construir escalas maiores de notas acidentadas, elevando-se em meio tom cada nota da escala natural, no caso das notas sustenidas, e abaixando-se meio tom em cada nota natural, no caso das notas bemóis, e mantendo-se os mesmos intervalos TTsTTTs:

Escalas maiores das notas sustenidas (intervalos TTsTTTs):

graus da escala	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Escala								
Dó sustenido maior	C#	D#	F	F#	G#	A#	C	C#
Ré sustenido maior	D#	F	G	G#	A#	C	D	D#
Fá sustenido maior	F#	G#	A#	B	C#	D#	F	F#
Sol sustenido maior	G#	A#	C	C#	D#	F	G	G#
Lá sustenido maior	A#	C	D	D#	F	G	A	A#

Escalas maiores das notas bemóis (intervalos TTsTTTs):

graus da escala	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Escala								
Ré bemol maior	D b	E b	F	G b	A b	B b	C	D b
Mi bemol maior	E b	F	G	A b	B b	C	D	E b
Sol bemol maior	G b	A b	B b	B	D b	E b	F	G b
Lá bemol maior	A b	B b	C	D b	E b	F	G	A b
Si bemol maior	B b	C	D	E b	F	G	A	B b

Assim podemos construir todas as escalas maiores, das notas naturais e também das acidentadas:



Escalas maiores das notas naturais e acidentadas (intervalos TTsTTTs)

graus da escala	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Escala								
Dó maior	C	D	E	F	G	A	B	C
Dó sustenido maior	C#	D#	F	F#	G#	A#	C	C#
Ré bemol maior	D b	E b	F	G b	A b	B b	C	D b
Ré maior	D	E	F#	G	A	B	C#	D
Ré sustenido maior	D#	F	G	G#	A#	C	D	D#
Mi bemol maior	E b	F	G	A b	B b	C	D	E b
Mi maior	E	F#	G#	A	B	C#	D#	E
Fá maior	F	G	A	B b	C	D	E	F
Fá sustenido maior	F#	G#	A#	B	C#	D#	F	F#
Sol bemol maior	G b	A b	B b	B	D b	E b	F	G b
Sol maior	G	A	B	C	D	E	F#	G
Sol sustenido maior	G#	A#	C	C#	D#	F	G	G#
Lá bemol maior	A b	B b	C	D b	E b	F	G	A b
Lá maior	A	B	C#	D	E	F#	G#	A
Lá sustenido maior	A#	C	D	D#	F	G	A	A#
Si bemol maior	B b	C	D	E b	F	G	A	B b
Si maior	B	C#	D#	E	F#	G#	A#	B

Existem também as escalas menores, que se subdividem em 3 tipos:

Escala menor natural ou escala menor primitiva: caracteriza-se pelos intervalos TsTTsTT

Escala Menor Natural								
T s T T s T T								
	1	2	3	4	5	6	7	
1	C	D	D#/Eb	F	G	G#/Ab	A#/Bb	1
2	C#/Db	D#/Eb	E	F#/Gb	G#/Ab	A	B	2
3	D	E	F	G	A	A#/Bb	C	3
4	D#/Eb	F	F#/Gb	G#/Ab	A#/Bb	B	C#/Db	4
5	E	F#/Gb	G	A	B	C	D	5
6	F	G	G#/Ab	A#/Bb	C	C#/Db	D#/Eb	6
7	F#/Gb	G#/Ab	A	B	C#/Db	D	E	7
8	G	A	A#/Bb	C	D	D#/Eb	F	8
9	G#/Ab	A#/Bb	B	C#/Db	D#/Eb	E	F#/Gb	9
10	A	B	C	D	E	F	G	10
11	A#/Bb	C	C#/Db	D#/Eb	F	F#/Gb	G#/Ab	11
12	B	C#/Db	D	E	F#/Gb	G	A	12
	1	2	3	4	5	6	7	

Escala menor harmônica: caracteriza-se pelos intervalos TsTTs(T+s)s, onde T+s representa um tom e meio:



Escala Menor Harmônica

T s T T s (T+s) s

	1	2	3	4	5	6	7	
1	C	D	D#/Eb	F	G	G#/Ab	B	1
2	C#/Db	D#/Eb	E	F#/Gb	G#/Ab	A	C	2
3	D	E	F	G	A	A#/Bb	C#/Db	3
4	D#/Eb	F	F#/Gb	G#/Ab	A#/Bb	B	D	4
5	E	F#/Gb	G	A	B	C	D#/Eb	5
6	F	G	G#/Ab	A#/Bb	C	C#/Db	E	6
7	F#/Gb	G#/Ab	A	B	C#/Db	D	F	7
8	G	A	A#/Bb	C	D	D#/Eb	F#/Gb	8
9	G#/Ab	A#/Bb	B	C#/Db	D#/Eb	E	G	9
10	A	B	C	D	E	F	G#/Ab	10
11	A#/Bb	C	C#/Db	D#/Eb	F	F#/Gb	A	11
12	B	C#/Db	D	E	F#/Gb	G	A#/Bb	12
	1	2	3	4	5	6	7	

Escala menor melódica. caracteriza-se pelos intervalos TsTTTTs.

Escala Menor Melódica

T s T T T T s

	1	2	3	4	5	6	7	
1	C	D	D#/Eb	F	G	A	B	1
2	C#/Db	D#/Eb	E	F#/Gb	G#/Ab	A#/Bb	C	2
3	D	E	F	G	A	B	C#/Db	3
4	D#/Eb	F	F#/Gb	G#/Ab	A#/Bb	C	D	4
5	E	F#/Gb	G	A	B	C#/Db	D#/Eb	5
6	F	G	G#/Ab	A#/Bb	C	D	E	6
7	F#/Gb	G#/Ab	A	B	C#/Db	D#/Eb	F	7
8	G	A	A#/Bb	C	D	E	F#/Gb	8
9	G#/Ab	A#/Bb	B	C#/Db	D#/Eb	F	G	9
10	A	B	C	D	E	F#/Gb	G#/Ab	10
11	A#/Bb	C	C#/Db	D#/Eb	F	G	A	11
12	B	C#/Db	D	E	F#/Gb	G#/Ab	A#/Bb	12
	1	2	3	4	5	6	7	

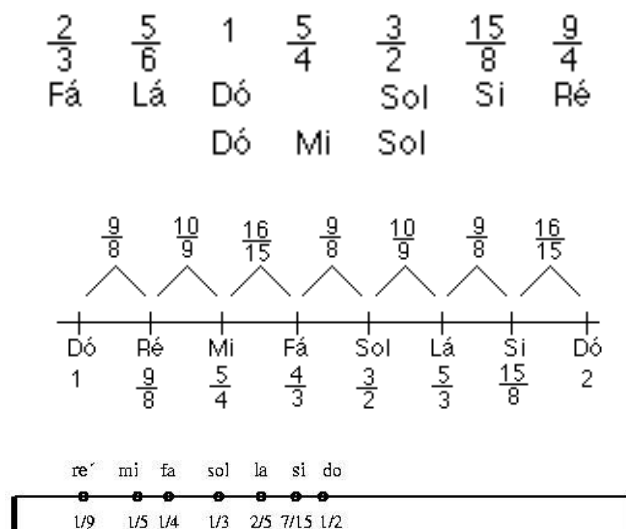
OBS : Usa-se subir pela Melódica e descer pela Natural

Convenciona-se que “Dó” significa dó da escala maior e “dó” significa dó na escala menor.



Na Idade Média, as escalas levavam em conta não somente uma nota fundamental como também a chamada corda de recitação, nota ao redor da qual a melodia se desenvolvia e que era a mais utilizada na melodia. Eram chamadas de escalas eclesiásticas e compunham-se de quatro: protus, deuterus, tritus e tetrardus. Classificavam-se ainda no modo plagal ou modo autêntico, dependendo de seu desenvolvimento, uma vez que havia variação da corda de recitação entre as melodias. Mais tarde, dois sistemas receberam a preferência dos compositores: o jônico ou tritus plagal, e o eólio ou protus plagal, sendo que estes sistemas deram origem às escalas diatônica maior e diatônica menor.

A escala justa, proposta pelo matemático e astrônomo **Claudius Ptolomeus** (100-170), que viveu em Alexandria, é aquela baseada em intervalos justos, ou razões de números inteiros do tipo $(3/2)$, $(4/3)$, $(2/1)$, $(5/4)$ e $(6/5)$. Seu trabalho foi apresentado em “Harmônica”, ou Teoria do Som, um tratado sobre teoria da música e Matemática. Se juntarmos um intervalo de terça maior justa $(5/4)$ com um de terça menor justa $(6/5)$ teremos a proporção $4/5/6$. Quaisquer 3 frequências nessa proporção formam uma tríade maior justa, base desse sistema tonal. A construção da escala, portanto, se dá pela superposição de 3 tríades maiores justas: Fá-Lá-Dó, Dó-Mi-Sol, e Sol-Si-Ré. Subindo-se Fá e Lá uma oitava e baixando-se Ré uma oitava, formamos a escala diatônica justa Ptolomaica completa:



O intervalo entre o tom maior e o tom menor é $(9/8) \div (10/9) = (9/8) \times (9/10) = 81/80$ (1,0125), chamado coma ptolemaico ou coma sintônica, considerado o menor intervalo perceptível⁴ pelo ouvido humano (21,506 cents). Na escala justa, além das 3 tríades maiores justas, existem 2 tríades menores, na proporção 10/12/15:

$$(5/4) \div (3/2) \div (15/8) = \text{Mi-Sol-Si}$$

$$(5/3) \div (2/1) \div (5/2) = \text{Lá-Dó-Mi}$$

Notar que a razão $(12/10) = (6/5)$ é uma terça menor, e $(15/12) = (5/4)$ é uma terça maior. Embora essa escala tenha 3 tríades maiores e 2 menores, todas com intervalos justos, e a escala justa tenha sido considerada como escala natural, existe problema em relação a outros intervalos, gerando diferenças acentuadas nas notas enarmônicas e impossibilitando a realização de mudanças de tonalidade ou modulações. Para criar os sustenidos e bemóis, usa-se a razão 25/24.

A entonação justa completa é a seguinte:

nota	razão	intervalo
0	1:1	uníssono
1	135:128	segunda menor
2	9:8	segunda maior
3	6:5	terça menor
4	5:4	terça maior
5	4:3	quarta perfeita
6	45:32	trítone diatônico
7	3:2	quinta justa
8	8:5	sexta menor

⁴ **Gustav Theodor Fechner** (1801-1887) definiu o conceito *Just Noticeable Difference* – JND, referente à menor mudança em um estímulo que pode ser percebida pelo ser humano. Baseado nos fenômenos Lei de Weber e Lei de Fechner, publicados em 1966 em seu trabalho *Elemente der Psychophysik*. Para a maioria dos ouvintes, o JND é menor que 10 cents.



9	27:16	1,6875	sexta maior
10	9:5	1,8000	sétima menor
11	15:8	1,8750	sétima maior
12	2:1	2,0000	oitava

Outra escala bastante utilizada no passado foi a mesotônica (*meantone*) ou de médio tom, substituindo a escala justa por volta de 1500. Na medida em que os intervalos de terça ganharam presença na música ocidental, surgiram vários tipos de afinações de escalas com o intuito de resolver eventuais problemas causados por esses intervalos. As terças maiores Pitagóricas soavam altas demais e as terças menores Pitagóricas muito baixas. A terça Dó-Mi é obtida subindo 4 intervalos de quinta e descendo duas oitavas. Se cada uma dessas quintas é abaixada em um quarto de coma sintônica chegamos a uma terça justa (ou seja, um coma abaixo da terça Pitagórica). Os intervalos Dó-Ré e Ré-Mi são tons pitagóricos abaixados em um coma. Desse modo, Ré está no "meio" de Dó e Mi, e daí o nome de escala mesotônica. No gráfico, os números indicam quantas comas sintônicas cada nota foi abaixada ou elevada em relação à escala Pitagórica. Se considerarmos que 1/4 de coma equivale 5,38 *cents*, nota-se que os intervalos têm um desvio relativamente pequeno em relação à escala Pitagórica. A escala mesotônica pode ser gerada a partir de um ciclo de quintas abaixadas em 1/4 de coma. Assim, a razão do intervalo de quinta é 1,4953 (enquanto a razão da quinta temperada ou justa é 1,5). Por meio desse ciclo de quintas abaixadas pode-se achar os outros intervalos da escala (sustenidos e bemóis). A escala fornece bons intervalos, desde que não se afaste muito da tonalidade (3 sustenidos ou 2 bemóis).

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Dó}^{\#7/4} & \text{Mib}^{+3/4} & & \text{Fá}^{\#-3/2} & \text{Sol}^{\#-2} & & \text{Si}^{\flat+1/2} \\
 \text{Dó}^0 & \text{Ré}^{-1/2} & \text{Mi}^{-1} & \text{Fá}^{+1/4} & \text{Sol}^{-1/4} & \text{Lá}^{-3/4} & \text{Si}^{-5/4} \quad \text{Dó}^0 \\
 & & & & & \text{Láb}^{+1} &
 \end{array}$$

O desenvolvimento do sistema tonal e ampliação do uso de modulações e diferentes tonalidades tornaram restritivas as escalas mesotônica, Pitagórica e justa Ptolomaica. A solução foi adotar uma escala de 12 semitons distribuídos igualmente pela oitava, denominada escala temperada. Quando essa escala tem 12 semitons é chamada escala de igual temperamento (*equal temperament scale*), representada por 12-TET (*12-tom equal temperament*). O menor intervalo nessa escala é chamado semitom temperado.

Nessa escala, a nota "Lá" (ou "A" na nomenclatura anglo-saxônica) foi fixada na frequência de 440 Hz e todas as outras foram afinadas a partir dela. É chamada Lá ou A central. Todas as notas têm uma relação (semitom) equivalente à 12ª raiz de 2, em lugar das frações utilizadas anteriormente. Ou seja, o intervalo "1" de cada semitom temperado é $2^{1/12}$ ou aproximadamente 1,0594631. Multiplicando a frequência de uma nota qualquer pela razão do intervalo, teremos a frequência da nota seguinte.

Para facilitar comparações entre intervalos de diferentes escalas, foi introduzida no século XX uma sub-divisão padronizada da oitava, assim como a 1ª e a 8ª notas numa outra escala, uma unidade equivalente a 1/1200 da oitava, chamada cent, ou "c". Essa proposta foi feita pelo matemático **Alexander J. Ellis** (1814-1890). Como uma oitava tem 12 semitons, um *cent* equivale a 1/100 de um semitom temperado, e um semitom temperado equivale a 100 *cents*. Assim os *cents* podem ser utilizados em situações que exijam unidades menores que um semitom (acidentes microtonais), ou sistemas microtonais. A fórmula para determinar o intervalo em *cents* entre duas notas de frequências f_2 e f_1 é

$$c = 1200 \cdot \log_2(R)$$

Onde $R = f_2/f_1$, $f_2 > f_1$

Portanto o numero de *cents* num dado intervalo de razão R pode ser escrito como

$$c = 1200 / \log(2) \cdot \log((R) \cong 3986 \cdot \log(R)$$

A razão R de um intervalo de c *cents* é:

$$R = 2^{c/1200}$$

Um intervalo de um *cent* tem a razão de

$$R = 2^{1/1200} \cong 1,000577895$$



Outra unidade semelhante utilizada para os intervalos musicais foi o *savart*, introduzido no início do século XIX e proposta pelo matemático e físico francês **Joseph Sauveur** (1653-1716), que foi largamente utilizado na Europa mas que atualmente está em desuso, correspondente à potência 1/1000 de uma década, e sua fórmula é:

$$s = 10^{n/1000}$$

Um intervalo de 1 *savart* equivale a

$$s = 10^{1/1000} \cong 1,002305$$

A razão R de qualquer intervalo de *savarts* é dada por

$$R = 10^{s/1000},$$

Portanto o numero de *savarts* num dado intervalo de razão R é dado por

$$s = 1000 / \log(10) \cdot \log(R) = 1000 \cdot \log(R)$$

Outra medida de intervalos que substituiu o *savart* foi a milioitava, proposta pelo cientista inglês sir **John Herschel** (1792-1871) e adotada por **Arthur von Oettingen** (1836-1920), representada por:

$$moct = 2^{1/1000} \cong 1,0006934$$

$$R = 2^{moct/1000}$$

$$moct \cong 3322 \cdot \log(R)$$

$$moct = 1,2 \text{ c}$$

Exemplo de cálculo de *cents*:

intervalo	razão, R	numero de cents, c $\cong 3986 \cdot \log(R)$
terça menor	6/5 = 1,2	315,641
terça maior justa	5/4 = 1,25	386,314
quarta justa	4/3 = 1,33...	498,045
quinta justa	3/2 = 1,5	701,955

Notar que para somar as razões faz-se a multiplicação, como já explicado, mas para os *cents*, *savarts* e milioitavas faz-se a soma diretamente. Assim, $(4/3) \times (3/2) = (2/1) = 2$ para as razões, e $498,045 + 701,955 = 1200$ para os *cents*.

Escala 5-limit é qualquer sistema de afinação onde cada nota é obtida multiplicando-se a frequência de uma nota de referência (nota base) por produtos de potências de números inteiros primos limitados a 5 (daí o nome), ou seja 2, 3 e 5, tais como:

$$2^{-3} \cdot 3^1 \cdot 5^1 = 15/8.$$

No período do romantismo musical, foram criadas muitas outras escalas, algumas exóticas, nas quais as músicas de muitos países se baseavam. Como exemplos temos as escalas ciganas, conhecidas há séculos, as mozárabes, as ruças, as eslavas, a indiana, que divide a oitava em 22 notas, a nordestina brasileira, que mistura modos lídio e mixolídio, a árabe, de 17 notas numa oitava, etc. **Debussy** incorporou a escala de tons inteiros ou escala hexafônica, na qual a oitava é dividida em 6 intervalos iguais, de um tom.

Ao final desse artigo, há uma relação de diversas escalas. Abaixo mostramos um comparativo dos intervalos de algumas:



Comparação dos intervalos entre algumas escalas musicais:

		Escala Temperada Equal temperament		Escala Pitagórica Pythagorean tuning		Escala Justa Just tuning		Escala Mesotônica 1/4 comma meantone		Escala 5-limit	
		R	Cents	R	Cents	R	Cents	R	Cents	R	Cents
dó	C	1,0000	0	1,0000 (1/1)	0	1,0000 (1/1)	0	1,000	0	1,0000 (1/1)	0
dó sustenido	C#	1,0595	100	1,0679 (2187/2048)	112	1,0412 (25/24)	71	1,045	76	1,080 (27/25)	133
ré bemol	D b			1,0535 (256/243)	90	1,0800 (27/25)	133	1,070	117	1,0667 (16/15)	112
ré	D	1,1225	200	1,1250 (9/8)	204	1,1250 (9/8)	204	1,118	192	1,1250 (9/8)	204
ré sustenido	D#	1,1892	300	1,2014 (19683/16384)	317	1,1719 (75/64)	275	1,167	268	1,185 (32/27)	294
mi bemol	E b			1,1852 (32/27)	294	1,2000 (6/5)	316	1,196	311	1,2000 (6/5)	316
mi	E	1,2599	400	1,2656 (81/64)	408	1,2500 (5/4)	386	1,250	386	1,2500 (5/4)	386
fá	F	1,3348	500	1,3333 (4/3)	498	1,3333 (4/3)	498	1,337	503	1,3333 (4/3)	498
fá sustenido	F#	1,4142	600	1,4238 (729/512)	612	1,3889 (25/18)	568	1,398	579	1,3889 (25/18)	568
sol bemol	G b			1,4047 (1024/729)	588	1,4400 (36/25)	631	1,422	610	1,4400 (36/25)	631
sol	G	1,4983	700	1,5000 (3/2)	702	1,5000 (3/2)	702	1,496	697	1,5000 (3/2)	702
sol sustenido	G#	1,5874	800	1,6018 (6561/4096)	817	1,5625 (25/16)	773	1,562	772	-	-
lá bemol	A b			1,5802 (128/81)	792	1,600 (8/5)	814	1,600	814	1,6000 (8/5)	814
lá	A	1,6818	900	1,6875 (27/16)	906	1,6667 (5/3)	884	1,672	889	1,6667 (5/3)	884
lá sustenido	A#	1,7818	1000	1,8020 (59049/32768)	1019	1,7361 (125/72)	955	1,746	965	1,7778 (16/9)	996
si bemol	B b			1,7778 (16/9)	996	1,8000 (9/5)	1017	1,789	1007	1,8000 (9/5)	1017
si	B	1,8877	1100	1,8984 (243/128)	1109	1,8750 (15/8)	1088	1,869	1083	1,8750 (15/8)	1088
dó	C	2,0000	1200	2,0000 (2/1)	1200	2,0000 (2/1)	1200	2,000	1200	2,0000 (2/1)	1200

A audição humana, como vimos, tem uma extensão que varia de aproximadamente 20 a 20.000 Hz, e conseguimos distinguir cerca de 1.400 mudanças de frequências. No entanto, as escalas musicais ocidentais tradicionais utilizam somente 120 frequências distintas, divididas em 10 blocos (oitavas da “zerésima” à nona) de 12 notas cada.

Na teoria musical, a denominada primeira oitava, também chamada contra oitava, vai de C1, ou cerca de 32,7 Hz, a B1, ou cerca de 61,7 Hz, no esquema de afinação musical temperamento igual, onde o Lá central (*middle A*) tem a frequência convencionada em 440 Hz, chamado A4 ou A440, ou ainda Lá de diapasão. A razão entre todos os intervalos da escala temperada é 1,0594631, ou 100 cents, equivalente a um smitom.

Existe a oitava chamada “zerésima”, que se inicia numa frequência de 16,35 Hz, mas não é utilizada normalmente na composição musical, pois sua execução com instrumentos musicais comuns é difícil e situam-se em zonas de percepção sonora menos sensível. A partir da décima oitava, as frequências das notas já se enquadram na faixa inaudível.



Oitavas, notas e frequências na escala temperada:

oitava	nota		frequência
0ª	C0	Dó	16,4
	C0# ou D0 b	Dó sustenido ou Ré bemol	17,3
	D0	Ré	18,4
	D0# ou E0 b	Ré sustenido Mi bemol	19,4
	E0	Mi	20,6
	F0	Fá	21,8
	F0# ou G0 b	Fá sustenido ou Sol bemol	23,1
	G0	Sol	24,5
	G0# ou A0 b	Sol sustenido ou Lá bemol	26,0
	A0	Lá	27,5
	A0# ou B0 b	Lá sustenido ou Si bemol	29,1
	B0	Si	30,9
1ª	C1	Dó	32,7
	C1# ou D1 b	Dó sustenido ou Ré bemol	34,6
	D1	Ré	36,7
	D1# ou E1 b	Ré sustenido Mi bemol	38,9
	E1	Mi	41,2
	F1	Fá	43,7
	F1# ou G1 b	Fá sustenido ou Sol bemol	46,2
	G1	Sol	49,0
	G1# ou A1 b	Sol sustenido ou Lá bemol	51,9
	A1	Lá	55,0
	A1# ou B1 b	Lá sustenido ou Si bemol	58,3
	B1	Si	61,7
2ª	C2	Dó	65,4
	C2# ou D2 b	Dó sustenido ou Ré bemol	69,3
	D2	Ré	73,4
	D2# ou E2 b	Ré sustenido Mi bemol	77,8
	E2	Mi	82,4
	F2	Fá	87,3
	F2# ou G2 b	Fá sustenido ou Sol bemol	92,5
	G2	Sol	98,0
	G2# ou A2 b	Sol sustenido ou Lá bemol	103,8
	A2	Lá	110,0
	A2# ou B2 b	Lá sustenido ou Si bemol	116,5
	B2	Si	123,5
3ª	C3	Dó	130,8
	C3# ou D3 b	Dó sustenido ou Ré bemol	138,6
	D3	Ré	146,8
	D3# ou E3 b	Ré sustenido Mi bemol	155,6
	E3	Mi	164,8
	F3	Fá	174,6
	F3# ou G3 b	Fá sustenido ou Sol bemol	185,0
	G3	Sol	196,0
	G3# ou A3 b	Sol sustenido ou Lá bemol	207,7
	A3	Lá	220,0
	A3# ou B3 b	Lá sustenido ou Si bemol	233,1
	B3	Si	246,9
4ª	C4	Dó central (middle C)	261,6
	C4# ou D4 b	Dó sustenido ou Ré bemol	277,2
	D4	Ré	293,7
	D4# ou E4 b	Ré sustenido Mi bemol	311,1
	E4	Mi	329,6
	F4	Fá	349,2
	F4# ou G4 b	Fá sustenido ou Sol bemol	370,0
	G4	Sol	392,0
	G4# ou A4 b	Sol sustenido ou Lá bemol	415,3
	A4	Lá central (middle A)	440
	A4# ou B4 b	Lá sustenido ou Si bemol	466,2
	B4	Si	493,9



5. ^a	C5	Dó	523,3
	C5# ou D5 ♭	Dó sustenido ou Ré bemol	554,4
	D5	Ré	587,3
	D5# ou E5 ♭	Ré sustenido Mi bemol	622,3
	E5	Mi	659,3
	F5	Fá	698,5
	F5# ou G5 ♭	Fá sustenido ou Sol bemol	740,0
	G5	Sol	784,0
	G5# ou A5 ♭	Sol sustenido ou Lá bemol	830,6
	A5	Lá	880,0
	A4# ou B5 ♭	Lá sustenido ou Si bemol	932,3
	B5	Si	987,8
	Etc.	Etc.	Etc.

#: sustenido ou *sharp*, aumenta a nota em meio tom.

♭: bemol ou *flat*, diminui a nota em meio tom.

3.7 Graus da escala (scale degree)

Suponhamos a escala em dó maior C-D-E-F-G-A-B. O primeiro grau da escala é a nota tônica, e sua notação é o numeral romano I. Essa numeração indica a função da nota, no caso função harmônica. Muitos utilizam a notação romana em minúsculos para indicar tríades menores e maiúsculos para indicar tríades maiores, e os símbolos “0” e “+” para indicar tríades diminutos ou aumentados respectivamente. Outros utilizam todos os numerais em maiúsculos, com a qualidade sendo inferida do grau da escala. Notas fora da escala podem ser indicadas com os símbolos de bemol e sustenido antes do grau, por exemplo o E♭ da escala dó maior é representado como ♭III.

graus (numeral romano)	funções harmônicas dos graus da escala
I	tônica (<i>tonic</i>)
II	supertônica (<i>supertonic</i>) ou sobretônica
III	mediante (<i>mediant</i>)
IV	subdominante (<i>subdominant</i>)
V	dominante (<i>dominant</i>)
VI	Sobredominante ou superdominante (<i>submediant</i>)
VII	sensível / subtônica (<i>leading tone / subtonic</i>)

As escalas também podem ser representadas por semitons a partir da tônica (notação inteira). Para escalas cromáticas por exemplo, a notação inteira 0 2 4 5 7 9 11 representa qualquer escala maior, como C-D-E-F-G-A-B, onde o primeiro grau é distante 0 semitons da tônica (portanto coincidente com esta), o segundo 2 semitons acima da tônica, e assim por diante. Essa notação inteira é também utilizada nos acordes.

3.8 Acordes (chords)

Uma nota como vimos é um som único, tocado isolada e individualmente. Um acorde, por sua vez, é a união de três ou mais notas tocadas simultaneamente. A união de 2 notas não é um acorde, é um intervalo, também chamado diáde. É o que acontece com as buzinas a ar, que normalmente possuem várias cornetas. Na música, existe uma infinidade de acordes possíveis, que podem ser, de acordo com a quantidade de notas, diádes (2 notas), tríades (3 notas), tétrades (4 notas), pêntades (5 notas) etc. O conjunto de acordes a serem tocados numa música é a chamada harmonia, e o conjunto de notas de melodia.

tipo do acorde	quantidade de notas	nome em inglês	nome alternativo em inglês
mono	1	<i>monad</i>	<i>monochord</i>
diáde	2	<i>dyad</i>	<i>dichord</i>
tríade	3	<i>triad</i>	<i>trichord, triadic chord</i>
tétrade	4	<i>tetrad</i>	<i>tetrachord</i>
pêntade	5	<i>pentad</i>	<i>pentachord</i>
hexade	6	<i>hexad</i>	<i>hexacord</i>
heptade	7	<i>heptad</i>	<i>heptachord</i>
octade	8	<i>octad</i>	<i>octachord</i>
nonade	9	<i>ennead</i>	<i>nonachord</i>
décade	10	<i>decad</i>	<i>decachord</i>



Nem todas as combinações de notas soam agradáveis ao ouvido humano, e por isso criaram-se regras para a formação de acordes.

Existe uma classificação das notas (informal) de acordo com a sensação agradável ou harmoniosa que causam ao ouvido, sobretudo o ocidental. Consideram-se consonantes os graus I, III, IV, V e VI, e dissonantes os graus II e IV aumentado, V diminuto e VII. Os acordes então são também classificados como consonantes ou dissonantes, de acordo com as notas que os compõe.

A primeira nota de um acorde, a mais grave, é a que lhe dá o nome, chamada raiz (*root*) do acorde, ou nota fundamental ou nota tônica. A segunda é a que determina o carácter do acorde (maior ou menor). Então, um acorde é formado por uma nota tônica mais os intervalos.

Acordes naturais são aqueles que recebem os nomes das notas naturais.

3.8.1 Tríades (*triads* ou *trichords* ou *triadic chords*)

3.8.1.1 Tríades básicos

Assim como os intervalos, os acordes também tem uma classificação quanto à qualidade. Os 4 grupos seguintes são chamados tríades básicas:

Tríades básicas	Definição (notas)			fórmula	notação inteira	intervalos	Símbolo (exemplos em Dó)
	1ª	3ª	5ª				
Maior (<i>Major</i>)	raiz	maior	justa	1 3 5	0 4 7	P1 M3 P5	C, CM, Cmaj, Cma, CΔ, C ^{M3}
Aumentado (<i>augmented</i>)	raiz	maior	aumentada	1 3 #5	0 4 8	P1 M3 A5	C+, C ⁺ , C ^{aug} , C ⁺⁵
Menor (<i>minor</i>)	raiz	menor	justa	1 b3 5	0 3 7	P1 m3 P5	c, C-, Cm, Cmin, Cmi, C ^{m3}
Diminuto (<i>diminished</i>)	raiz	menor	diminuta	1 b3 b5	0 3 6	P1 m3 d5	c°, Cdim, Cm ^(b5)

Acorde maior é aquele com o 3º grau maior (terça maior). Tríade maior é o acorde formado pelos graus 1º, 3º e 5º da escala maior, ou seja, I+III+V, ou ainda a raiz mais 2 intervalos, terça maior e quinta justa.

Assim, um acorde de Dó (dó maior) é aquele formado pela tríade Dó Mi Sol. Um acorde de Ré maior é aquele formado pela tríade Ré Fá# Lá. A partir das escalas maiores, podemos montar a de tabela de acordes tríades maiores, conforme abaixo:

Tríades maiores (graus I + III + V):

graus da escala	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Escala								
Dó maior	C	D	E	F	G	A	B	C
Dó sustenido maior	C#	D#	F	F#	G#	A#	C	C#
Ré bemol maior	D b	E b	F	G b	A b	B b	C	D b
Ré maior	D	E	F#	G	A	B	C#	D
Ré sustenido maior	D#	F	G	G#	A#	C	D	D#
Mi bemol maior	E b	F	G	A b	B b	C	D	E b
Mi maior	E	F#	G#	A	B	C#	D#	E
Fá maior	F	G	A	B b	C	D	E	F
Fá sustenido maior	F#	G#	A#	B	C#	D#	F	F#
Sol bemol maior	G b	A b	B b	B	D b	E b	F	G b
Sol maior	G	A	B	C	D	E	F#	G
Sol sustenido maior	G#	A#	C	C#	D#	F	G	G#
Lá bemol maior	A b	B b	C	D b	E b	F	G	A b
Lá maior	A	B	C#	D	E	F#	G#	A
Lá sustenido maior	A#	C	D	D#	E	G	A	A#
Si bemol maior	B b	C	D	E b	F	G	A	B b
Si maior	B	C#	D#	E	F#	G#	A#	B

=>

Tríades maiores (<i>Major triads</i>)	
C E G	C major triad
C# F G#	C# major triad
D b F A b	D b major triad
D F# A	D major triad
D# G A#	D# major triad
E b G B b	E b major triad
E G# B	E major triad
F A C	F major triad
F# A# C#	F# major triad
G b B b D b	G b major triad
G B D	G major triad
G# C D#	G# major triad
A b C E b	A b major triad
A C# E	A major triad
A# D F	A# major triad
B b D F	B b major triad
B D# F#	B major triad

Semelhantemente, acorde menor é aquele com o 3º grau menor (terça menor). Num tríade menor diminui-se um semitom da segunda nota em relação ao acorde tríade maior, ou seja, I + b III + V, o que equivale a usar os graus I + b III + V de uma escala menor natural, ou ainda, raiz mais terça menor e quinta justa.



Tríades menores (graus I + $\flat$ III + V):

graus da escala	I	II	$\flat$ III	IV	V	$\flat$ VI	$\flat$ VII		tríades menores (<i>minor triads</i>)	
Escala										
Dó menor	C	D	D#	F	G	G#	A#		C D# G	C minor triad
Dó menor sustenido	C#	D#	E	F#	G#	A	B		C# E G#	C# minor triad
Ré menor bemol	D $\flat$	E $\flat$	E	G $\flat$	A $\flat$	A	B		D $\flat$ E A $\flat$	D $\flat$ minor triad
Ré menor	D	E	F	G	A	A#	C		D F A	D minor triad
Ré menor sustenido	D#	F	F#	G#	A#	B	C#		D# F# A#	D# minor triad
Mi menor	E	F#	G	A	B	C	D		E G B	E minor triad
Fá menor	F	G	G#	A#	C	C#	D#	=>	F G# C	F minor triad
Fá menor sustenido	F#	G#	A	B	C#	D	E		F# A C#	F# minor triad
Sol menor bemol	G $\flat$	A $\flat$	A	B	D $\flat$	D	E		G $\flat$ A D $\flat$	G $\flat$ minor triad
Sol menor	G	A	A#	C	D	D#	F		G A# D	G minor triad
Sol menor sustenido	G#	A#	B	C#	D#	E	F#		G# B D#	G# minor triad
Lá menor	A	B	C	D	E	F	G		A C E	A minor triad
Lá menor sustenido	A#	C	C#	D#	F	F#	G#		A# C# F	A# minor triad
Si menor bemol	B $\flat$	C	D $\flat$	E $\flat$	F	G $\flat$	A $\flat$		B $\flat$ D $\flat$ F	B $\flat$ minor triad
Si menor	B	C#	D	E	F#	G	A		B D F#	B minor triad

Num acorde tríade aumentado, aumenta-se um semitom da terceira nota, ficando uma quinta aumentada, ou seja, I+III+#V.

Tríades aumentados (<i>augmented triads</i>)	
C E G#	C augmented triad
C# F A	C# augmented triad
D $\flat$ F A	D $\flat$ augmented triad
D F# A#	D augmented triad
D# G B	D# augmented triad
E $\flat$ G B	E $\flat$ augmented triad
E G# C	E augmented triad
F A C#	F augmented triad
F# A# D	F# augmented triad
G $\flat$ B $\flat$ D	G $\flat$ augmented triad
G B D#	G augmented triad
G# C E	G# augmented triad
A $\flat$ C E	A $\flat$ augmented triad
A C# F	A augmented triad
A# D F#	A# augmented triad
B $\flat$ D F#	B $\flat$ augmented triad
B D# G	B augmented triad

Num acorde tríade diminuto, diminuimos um semitom da segunda nota, ficando uma terça menor, e também da terceira, ficando uma quinta diminuta, ou seja, I+ $\flat$ III+ $\flat$ V.

Tríades diminutos (<i>diminished triads</i>)	
C D# F#	C diminished triad
C# E G	C# diminished triad
D $\flat$ E G	D $\flat$ diminished triad
D F G#	D diminished triad
D# F# A	D# diminished triad
E $\flat$ G $\flat$ A	E $\flat$ diminished triad
E G A#	E diminished triad
F G# B	F diminished triad
F# A C	F# diminished triad
G $\flat$ A C	G $\flat$ diminished triad
G A# C#	G diminished triad
G# B D	G# diminished triad
A $\flat$ B D	A $\flat$ diminished triad
A C D#	A diminished triad
A# C# E	A# diminished triad
B $\flat$ D $\flat$ E	B $\flat$ diminished triad
B D F	B diminished triad



3.8.1.2 Outros tríades

Outros tríades	Definição (notas)					fórmula	notação inteira	Intervalos	Símbolos
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª				
Super aumentado (<i>super augmented</i>)	raiz		justa		aumentada	1 #3 #5	0 5 8	P1 P4 A5	
Super diminuto (<i>super diminished</i>)	raiz					1			
Suspenso 4 (<i>suspended 4th</i>)	raiz			justa	justa	1 4 5	0 5 7	P1 P4 P5	sus4, sus
Suspenso 2 (<i>suspended 2nd</i>)	raiz	maior			justa	1 2 5	0 2 7	P1 M2 P5	sus2

Existem também os acordes *super aumentado* (*superaugmented*) e *super diminuto* (*superdiminished*) baseados nas escalas de mesmos nomes. Uma escala super aumentada é uma escala maior com todas as notas aumentadas um semitom, exceto os graus I e VII, ou seja: I #II #III #IV #V #VI VII. O acorde super aumentado fica então I+#III+#V. Analogamente, o acorde super diminuto é um semitom abaixo do diminuto. São bem raros de ocorrer.

Acordes suspensos (*suspended chords*): substitui-se a segunda nota (grau III) por uma de IV grau (acorde suspenso com IV grau), ou por uma de II grau (acorde suspenso com II grau ou terça oculta). Ou seja, o acorde suspenso é aquele que não possui o terceiro grau.

Acorde SUS2: substitui-se a terça pela 2ª nota da escala (segunda maior), graus I+II+V.

Acorde SUS4: substitui-se a terça pela 4ª nota da escala (quarta justa), graus I+IV+V.

3.8.2 Acordes tétrades (*tetrads* ou *tetrachords*)

São acordes formados por 4 notas.

3.8.2.1 Acordes de 7ª (*seventh chords*)

São aqueles construídos com base num tríade e a adição de uma quarta nota. Pode ser chamado também de acorde de 7ª ajuntada ou acorde de 7ª agregada. Há vários tipos de acorde de 7ª:

Acorde	Definição (notas)				fórmula	notação inteira	intervalos	símbolos
	1ª	3ª	5ª	7ª				
7ª maior (<i>major 7th</i>) ou Delta	raiz	maior	justa	maior	1 3 5 7	0 4 7 11	P1 M3 P5 M7	maj ⁷ , M ⁷ , Δ, (7)
7ª menor (<i>minor 7th</i>)	raiz	menor	justa	menor	1 b3 5 b7	0 3 7 10	P1 m3 P5 m7	C- ⁷ , min ⁷ , m ^{M7}
Maior com 7ª menor ou 7ª dominante (<i>major minor 7th</i> ou <i>dominant 7th</i>)	raiz	maior	justa	menor	1 3 5 b7	0 4 7 10	P1 M3 P5 m7	⁷ , dom ⁷
Menor com 7ª maior (<i>minor major 7th</i>) ou Hitchcock	raiz	menor	justa	maior	1 b3 5 7	0 3 7 11	P1 m3 P5 M7	m ^{M7} , m ^{maj7} , -(b7), -Δ ⁷ , -M ⁷
7ª diminuta (<i>diminished 7th</i>)	raiz	menor	menor	diminuta	1 b3 b5 bb7	0 3 6 9	P1 m3 d5 d7	dim ⁷ , o ⁷
7ª meio diminuta (<i>half diminished 7th</i>)	raiz	menor	diminuta	menor	1 b3 b5 b7	0 3 6 10	P1 m3 d5 m7	-(b5), m7(b5), ø ⁷
7ª menor 5 bemol (<i>minor 7th flat 5</i>)	raiz	menor	diminuta	menor	1 3 b5 b7	0 4 6 10	P1 M3 d5 m7	⁷ b5
7ª dominante 5 bemol (<i>dominant 7th flat 5</i>)	raiz	maior	diminuta	menor	1 3 b5 7	0 3 6 11	P1 m3 d5 M7	oM ⁷
7ª maior diminuta (<i>diminished major 7th</i>)	raiz	maior	diminuta	maior	1 3 b5 7	0 3 6 11	P1 m3 d5 M7	
7ª maior aumentada (<i>augmented major 7th</i>)	raiz	maior	aumentada	maior	1 3 #5 7	0 4 8 11	P1 M3 A5 M7	+ ^{M7} , M ⁷ +5, M ⁷ #5, + ¹⁷ , +Δ ⁷
7ª menor aumentada (<i>augmented minor 7th</i>)	raiz	maior	aumentada	menor	1 3 #5 b7	0 4 8 10	P1 M3 A5 m7	+ ⁷ , aug ⁷ , ⁷ +, ⁷ +5, ⁷ #5
7ª com 5ª aumentada (<i>7th augmented 5th</i>)	raiz	maior	aumentada	menor	1 3 #5 b7	0 4 8 10	P1 M3 A5 m7	
7ª harmônica (<i>harmonic 7th</i>)	raiz	maior	justa	harmônica				



7ª maior (major 7th chord): não é tão comum e tem uma sonoridade um pouco extravagante. É mais utilizado em MPB e jazz. Composto dos seguintes graus da escala: I+III+V+VII (ou tríade maior + VII)

Major 7th (graus I + III + V + VII):

Chord	Root	Major third	Perfect fifth	Major seventh
Cmaj⁷	C	E	G	B
C#maj⁷	C#	E# (F)	G#	B# (C)
Dbmaj⁷	D _b	F	A _b	C
Dmaj⁷	D	F#	A	C#
D#maj⁷	D#	F $\times$ (G)	A#	C $\times$ (D)
Ebmaj⁷	E _b	G	B _b	D
E:maj⁷	E	G#	B	D#
F:maj⁷	F	A	C	E
F#maj⁷	F#	A#	C#	E# (F)
Gbmaj⁷	G _b	B _b	D _b	F
G:maj⁷	G	B	D	F#
G#maj⁷	G#	B# (C)	D#	F $\times$ (G)
Abmaj⁷	A _b	C	E _b	G
A:maj⁷	A	C#	E	G#
A#maj⁷	A#	C $\times$ (D)	E# (F)	G $\times$ (A)
Bbmaj⁷	B _b	D	F	A
B:maj⁷	B	D#	F#	A#

7ª menor (minor 7th chord): outro muito utilizado em todos os estilos musicais, composto pelos seguintes graus: I+ _b III+V+ _b VII (ou tríade menor + _b VII).

Minor 7th (graus I + _bIII + V + _bVII):

Chord	Root	Minor third	Perfect fifth	Minor seventh (augmented sixth)
Cm⁷	C	E _b	G	B _b (A#)
C#m⁷	C#	E	G#	B (A $\times$)
Dbm⁷	D _b	F _b	A _b	C _b (B)
Dm⁷	D	F	A	C (B#)
D#m⁷	D#	F#	A#	C# (B $\times$)
Ebm⁷	E _b	G _b	B _b	D _b (C#)
Em⁷	E	G	B	D (C $\times$)
Fm⁷	F	A _b	C	E _b (D#)
F#m⁷	F#	A	C#	E (D $\times$)
Gbm⁷	G _b	B $\times$	D _b	F _b (E)
Gm⁷	G	B _b	D	F (E#)
G#m⁷	G#	B	D#	F# (E $\times$)
Abm⁷	A _b	C _b	E _b	G _b (F#)
Am⁷	A	C	E	G (F $\times$)
A#m⁷	A#	C#	E#	G# (F $\times$)
Bbm⁷	B _b	D _b	F	A _b (G#)
Bm⁷	B	D	F#	A (G $\times$)
B#m⁷	B#	D#	F $\times$	A# (G $\times$)



maior com 7ª menor ou 7ª dominante (*major minor 7th* ou *dominant 7th chord*): talvez o téttrade mais utilizado na música, com frequência em quase todos os estilos musicais. É composto pelos seguintes graus da escala: I+III+V+ $\flat$ VII (ou tríade maior + $\flat$ VII).

dominant 7th (graus I + III + V + $\flat$ VII):

Chord	Root	Major third	Perfect fifth	Minor seventh
C⁷	C	E	G	B $\flat$
C$\sharp$⁷	C $\sharp$	E $\sharp$ (F)	G $\sharp$	B
D$\flat$⁷	D $\flat$	F	A $\flat$	C $\flat$ (B)
D⁷	D	F $\sharp$	A	C
D$\sharp$⁷	D $\sharp$	F $\sharp\sharp$ (G)	A $\sharp$	C $\sharp$
E$\flat$⁷	E $\flat$	G	B $\flat$	D $\flat$
E⁷	E	G $\sharp$	B	D
F⁷	F	A	C	E $\flat$
F$\sharp$⁷	F $\sharp$	A $\sharp$	C $\sharp$	E
G$\flat$⁷	G $\flat$	B $\flat$	D $\flat$	F $\flat$ (E)
G⁷	G	B	D	F
G$\sharp$⁷	G $\sharp$	B $\sharp$ (C)	D $\sharp$	F $\sharp$
A$\flat$⁷	A $\flat$	C	E $\flat$	G $\flat$
A⁷	A	C $\sharp$	E	G
A$\sharp$⁷	A $\sharp$	C $\sharp\sharp$ (D)	E $\sharp$ (F)	G $\sharp$
B$\flat$⁷	B $\flat$	D	F	A $\flat$
B⁷	B	D $\sharp$	F $\sharp$	A

7ª maior com menor (*minor major 7th chord*): composto pelos seguintes graus: I+ $\flat$ III+V+VII (ou tríade menor + VII).

Minor major 7th (graus I + $\flat$ III + V + VII):

Chord	Root	Minor 3rd	Perfect 5th	Major 7th
Cm^{M7}	C	E $\flat$	G	B
C$\sharp$m^{M7}	C $\sharp$	E	G $\sharp$	B $\sharp$ (C)
D$\flat$m^{M7}	D $\flat$	F $\flat$ (E)	A $\flat$	C
Dm^{M7}	D	F	A	C $\sharp$
D$\sharp$m^{M7}	D $\sharp$	F $\sharp$	A $\sharp$	C $\sharp\sharp$ (D)
E$\flat$m^{M7}	E $\flat$	G $\flat$	B $\flat$	D
Em^{M7}	E	G	B	D $\sharp$
Fm^{M7}	F	A $\flat$	C	E
F$\sharp$m^{M7}	F $\sharp$	A	C $\sharp$	E $\sharp$ (F)
G$\flat$m^{M7}	G $\flat$	B $\flat\flat$ (A)	D $\flat$	F
Gm^{M7}	G	B $\flat$	D	F $\sharp$
G$\sharp$m^{M7}	G $\sharp$	B	D $\sharp$	F $\sharp\sharp$ (G)
A$\flat$m^{M7}	A $\flat$	C $\flat$ (B)	E $\flat$	G
Am^{M7}	A	C	E	G $\sharp$
A$\sharp$m^{M7}	A $\sharp$	C $\sharp$	E $\sharp$ (F)	G $\sharp\sharp$ (A)
B$\flat$m^{M7}	B $\flat$	D $\flat$	F	A
Bm^{M7}	B	D	F $\sharp$	A $\sharp$



7ª diminuta (*diminished 7th chord*): composto pelos seguintes graus: I + $\flat$ III + $\flat$ V + $\flat$ VII (ou tríade diminuta + $\flat$ VII).

Diminished 7th (graus I + $\flat$ III + $\flat$ V + $\flat$ VII):

Chord	Root	Minor third	Dim. fifth	Dim. seventh
$C\flat^{o7}$	$C\flat$	$E\flat\flat$ (D)	$G\flat\flat$ (F)	$B\flat\flat\flat$ ($A\flat$)
C^{o7}	C	$E\flat$	$G\flat$	$B\flat\flat$ (A)
$C\sharp^{o7}$	$C\sharp$	E	G	$B\flat$
$D\flat^{o7}$	$D\flat$	$F\flat$ (E)	$A\flat\flat$ (G)	$C\flat\flat$ ($B\flat$)
D^{o7}	D	F	$A\flat$	$C\flat$ (B)
$D\sharp^{o7}$	$D\sharp$	$F\sharp$	A	C
$E\flat^{o7}$	$E\flat$	$G\flat$	$B\flat\flat$ (A)	$D\flat\flat$ (C)
E^{o7}	E	G	$B\flat$	$D\flat$
$E\sharp^{o7}$	$E\sharp$	$G\sharp$	B	D
$F\flat^{o7}$	$F\flat$	$A\flat\flat$ (G)	$C\flat\flat$ ($B\flat$)	$E\flat\flat\flat$ ($D\flat$)
F^{o7}	F	$A\flat$	$C\flat$ (B)	$E\flat\flat$ (D)
$F\sharp^{o7}$	$F\sharp$	A	C	$E\flat$
$G\flat^{o7}$	$G\flat$	$B\flat\flat$ (A)	$D\flat\flat$ (C)	$F\flat\flat$ ($E\flat$)
G^{o7}	G	$B\flat$	$D\flat$	$F\flat$ (E)
$G\sharp^{o7}$	$G\sharp$	B	D	F
$A\flat^{o7}$	$A\flat$	$C\flat$ (B)	$E\flat\flat$ (D)	$G\flat\flat$ (F)
A^{o7}	A	C	$E\flat$	$G\flat$
$A\sharp^{o7}$	$A\sharp$	$C\sharp$	E	G
$B\flat^{o7}$	$B\flat$	$D\flat$	$F\flat$ (E)	$A\flat\flat$ (G)
B^{o7}	B	D	F	$A\flat$
$B\sharp^{o7}$	$B\sharp$	$D\sharp$	$F\sharp$	A



7ª meio diminuta (*half-diminished 7th chord*): composto pelos seguintes graus: I+ $\flat$ III+ $\flat$ V+ $\flat$ VII (ou tríade diminuta + $\flat$ VII).

Half-iminished 7th (graus I + $\flat$ III + $\flat$ V + $\flat$ VII):

Chord	Root	Minor third	Diminished fifth	Flat seventh (sharp sixth)
C$\flat$m^{7$\flat$5}	C $\flat$	E $\flat\flat$ (D)	G $\flat\flat$ (F)	B $\flat\flat$ (A)
Cm^{7$\flat$5}	C	E $\flat$	G $\flat$	B $\flat$ (A $\sharp$)
C$\sharp$m^{7$\flat$5}	C $\sharp$	E	G	B (A $\flat\flat$)
D$\flat$m^{7$\flat$5}	D $\flat$	F $\flat$ (E)	A $\flat\flat$ (G)	C $\flat$ (B)
Dm^{7$\flat$5}	D	F	A $\flat$	C (B $\sharp$)
D$\sharp$m^{7$\flat$5}	D $\sharp$	F $\sharp$	A	C $\sharp$ (B $\flat\flat$)
E$\flat$m^{7$\flat$5}	E $\flat$	G $\flat$	B $\flat\flat$ (A)	D $\flat$ (C $\sharp$)
Em^{7$\flat$5}	E	G	B $\flat$	D (C $\flat\flat$)
E$\sharp$m^{7$\flat$5}	E $\sharp$	G $\sharp$	B	D $\sharp$ (C $\flat\flat\flat$)
F$\flat$m^{7$\flat$5}	F $\flat$	A $\flat\flat$ (G)	C $\flat\flat$ (B $\flat$)	E $\flat\flat$ (D)
Fm^{7$\flat$5}	F	A $\flat$	C $\flat$ (B)	E $\flat$ (D $\sharp$)
F$\sharp$m^{7$\flat$5}	F $\sharp$	A	C	E (D $\flat\flat$)
G$\flat$m^{7$\flat$5}	G $\flat$	B $\flat\flat$ (A)	D $\flat\flat$ (C)	F $\flat$ (E)
Gm^{7$\flat$5}	G	B $\flat$	D $\flat$	F (E $\sharp$)
G$\sharp$m^{7$\flat$5}	G $\sharp$	B	D	F $\sharp$ (E $\flat\flat$)
A$\flat$m^{7$\flat$5}	A $\flat$	C $\flat$ (B)	E $\flat\flat$ (D)	G $\flat$ (F $\sharp$)
Am^{7$\flat$5}	A	C	E $\flat$	G (F $\flat\flat$)
A$\sharp$m^{7$\flat$5}	A $\sharp$	C $\sharp$	E	G $\sharp$ (F $\flat\flat\flat$)
B$\flat$m^{7$\flat$5}	B $\flat$	D $\flat$	F $\flat$ (E)	A $\flat$ (G $\sharp$)
Bm^{7$\flat$5}	B	D	F	A (G $\flat\flat$)
B$\sharp$m^{7$\flat$5}	B $\sharp$	D $\sharp$	F $\sharp$	A $\sharp$ (G $\flat\flat\flat$)



7^a dominante 5 bemol (*dominant 7th flat 5*): graus: I+III+ $\flat$ V+ $\flat$ VII

dominant 7th flat 5 (graus I + III + $\flat$ V + $\flat$ VII):

Chord	Root	Major third	Diminished fifth	Minor seventh
C^{7$\flat$5}	C	E	G $\flat$	B $\flat$
C^{$\sharp$7$\flat$5}	C $\sharp$	E $\sharp$ (F)	G	B
D$\flat7\flat$5}	D $\flat$	F	A $\flat\flat$ (G)	C $\flat$ (B)
D^{7$\flat$5}	D	F $\sharp$	A $\flat$	C
D^{$\sharp$7$\flat$5}	D $\sharp$	F $\sharp\sharp$ (G)	A	C $\sharp$
E$\flat7\flat$5}	E $\flat$	G	B $\flat\flat$ (A)	D $\flat$
E^{7$\flat$5}	E	G $\sharp$	B $\flat$	D
F^{7$\flat$5}	F	A	C $\flat$ (B)	E $\flat$
F^{$\sharp$7$\flat$5}	F $\sharp$	A $\sharp$	C	E
G$\flat7\flat$5}	G $\flat$	B $\flat$	D $\flat\flat$ (C)	F $\flat$ (E)
G^{7$\flat$5}	G	B	D $\flat$	F
G^{$\sharp$7$\flat$5}	G $\sharp$	B $\sharp$ (C)	D	F $\sharp$
A$\flat7\flat$5}	A $\flat$	C	E $\flat\flat$ (D)	G $\flat$
A^{7$\flat$5}	A	C $\sharp$	E $\flat$	G
A^{$\sharp$7$\flat$5}	A $\sharp$	C $\sharp\sharp$ (D)	E	G $\sharp$
B$\flat7\flat$5}	B $\flat$	D	F $\flat$ (E)	A $\flat$
B^{7$\flat$5}	B	D $\sharp$	F	A

7^a maior diminuta (*diminished major 7th*): graus: I+ $\flat$ III+ $\flat$ V+VII

Diminished major 7th (graus I + $\flat$ III + $\flat$ V + VII):

Chord	Root	Minor third	Diminished fifth	Major seventh
C^{oM7}	C	E $\flat$	G $\flat$	B
C^{$\sharp$oM7}	C $\sharp$	E	G	B $\sharp$ (C)
D$\flat$^{oM7}	D $\flat$	F $\flat$ (E)	A $\flat\flat$ (G)	C
D^{oM7}	D	F	A $\flat$	C $\sharp$
D^{$\sharp$oM7}	D $\sharp$	F $\sharp$	A	C $\sharp\sharp$ (D)
E$\flat$^{oM7}	E $\flat$	G $\flat$	B $\flat\flat$ (A)	D
E^{oM7}	E	G	B $\flat$	D $\sharp$
F^{oM7}	F	A $\flat$	C $\flat$ (B)	E
F^{$\sharp$oM7}	F $\sharp$	A	C	E $\sharp$ (F)
G$\flat$^{oM7}	G $\flat$	B $\flat\flat$ (A)	D $\flat\flat$ (C)	F
G^{oM7}	G	B $\flat$	D $\flat$	F $\sharp$
G^{$\sharp$oM7}	G $\sharp$	B	D	F $\sharp\sharp$ (G)
A$\flat$^{oM7}	A $\flat$	C $\flat$ (B)	E $\flat\flat$ (D)	G
A^{oM7}	A	C	E $\flat$	G $\sharp$
A^{$\sharp$oM7}	A $\sharp$	C $\sharp$	E	G $\sharp\sharp$ (A)
B$\flat$^{oM7}	B $\flat$	D $\flat$	F $\flat$ (E)	A
B^{oM7}	B	D	F	A $\sharp$



3.8.2.2 Acordes com nota adicionada (*add tone chords*)

São tríades (maior, menor, aumentada, diminuta) com a adição de mais uma nota. Qualquer téttrade com nota que não seja 7ª é normalmente classificado como adicionado.

3.8.2.2.1 Acordes com 4ª adicionada – *add4 (added-fourth chords)*

Tríades (maior, menor, aumentada, diminuta) com a adição da 4ª nota da escala, grau IV.

add4 maior: graus I + III + IV + V (0 4 5 7).

add4 menor: graus I + $\flat$ III + IV + V (0 3 5 7).

3.8.2.2.2 Acordes com 6ª adicionada – *add6 (added-sixth chords)* ou acorde de 6ª (*sixth chord*)

Opção interessante, tríades (maior, menor, aumentada, diminuta) com a adição da 6ª nota da escala, grau VI.

6ª maior (*major 6th*): tríade maior com intervalo 6ª maior I + III + V + VI (0 4 7 9) (⁶, M⁶)

6ª menor (*minor 6th*, *minor major 6th*): tríade menor com um intervalo 6ª maior I + $\flat$ III + V + VI (0 3 7 9) (m⁶, m^{M6}, min/maj⁶, min^(maj6))

6ª menor bemol (*minor flat 6th*): tríade menor com um intervalo 6ª menor I + $\flat$ III + $\flat$ V + VI (0 3 6 9) (m^{b6})

6ª aumentada Italiano (*Italian 6th*): único acorde de 6ª de 3 notas (It⁺⁶, It⁶, $\sharp$ iv⁶)

6ª aumentada Francês (*French 6th*): similar ao Italiano com uma nota adicional (Fr⁺⁶, Fr⁴₃)

6ª aumentada Alemão (*German 6th*): similar ao Italiano com uma nota adicionada (Ger⁺⁶, Ger⁶₅)

Existem ainda outros de 6ª aumentada como Australiano, Japonês (1 2 #4 #6), *Blackadder* ou *Ikigugi* etc.

3.8.2.2.3 Acordes com 9ª adicionada – *add9 (added-ninth chords)*

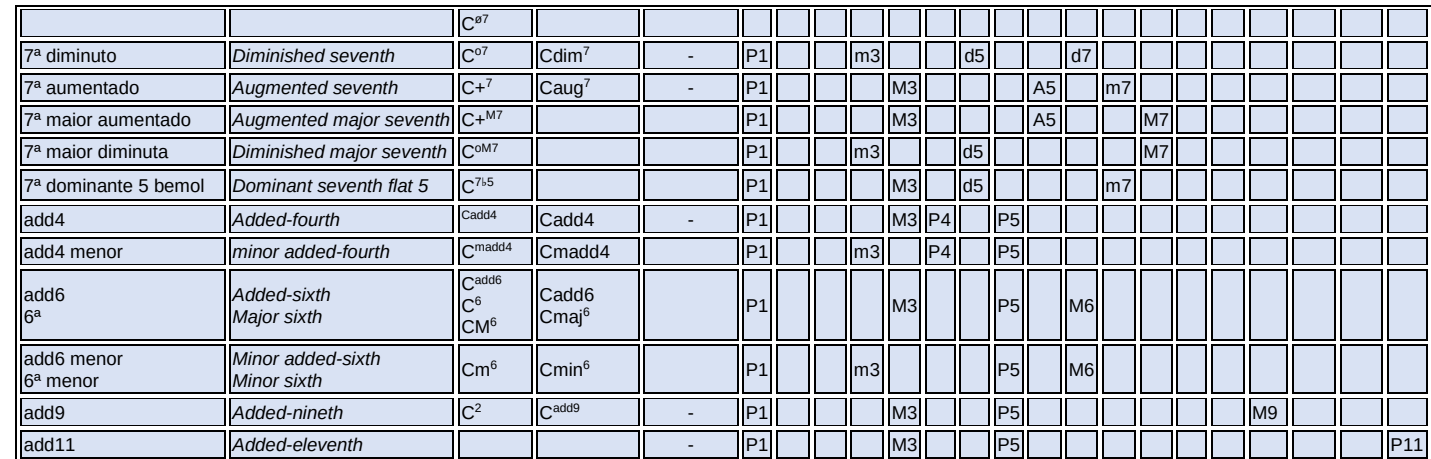
São tríades (maior, menor) com adição da nota extra chamada 9ª, ou tríade + grau IX.

3.8.2.2.4 Acordes com 11ª adicionada – *add11 (added-eleventh chords)*

Tríades (maior, menor, aumentada, diminuta) com a adição da nota extra chamada 11ª, ou tríade + grau XI. Possui os graus I + III + V + $\flat$ VII + XI, ou 7ª dominante + XI.

A tabela abaixo mostra um resumo dos principais acordes tríades e téttrade, seus símbolos e seus componentes.

Acordes				Componentes																		
nome		símbolos (em C)		Intervalos	P1	m2	M2	m3	M3	P4	d5	P5	m6	M6	m7	M7	P8	m9	M9	m10	M10	P11
		curto	longo		semitons	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
triade maior	major triad	C		-	P1				M3			P5										
triade aumentado	Augmented triad	C+	Caug	-	P1				M3				A5									
triade super aumentado	Super augmented triad			-	P1					P4			A5									
triade menor	minor triad	Cm	Cmin	-	P1			m3				P5										
triade diminuto	Diminished triad	Cº	Cdim	-	P1			m3			d5											
triade super diminuto	Super diminished triad				P1																	
Suspendido 4	Suspended 4		Csus4 Csus		P1					P4		P5										
Suspendido 2	Suspended 2		Csus2		P1		M2					P5										
7ª maior ou Delta	Major seventh	CM ⁷ C ^A	Cmaj ⁷	-	P1				M3			P5				M7						
7ª dominante	Dominant seventh	C ⁷	Cdom ⁷	-	P1				M3			P5			m7							
7ª menor	Minor seventh	Cm ⁷	Cmin ⁷	-	P1			m3				P5			m7							
menor com 7ª maior	Minor-major seventh	Cm ^{M7} Cm/M7 Cm(M7)	Cmin ^{maj7} Cmin/maj7 Cmin(maj7)	-	P1			m3				P5				M7						
7ª meio-diminuto	Half-diminished seventh	Cº		-	P1			m3			d5				m7							





Acordes	Definição (notas)					fórmula	notação inteira	intervalos	símbolos
	1ª	3ª	5ª	7ª	9ª				
7ª dominante 9ª bemol (dominant 7th sharp 9th)	raiz	maior	justa	menor	aumentada	1 3 5 b7 #9	0 4 7 10 15		7#9
	raiz								7b10

3.8.4 Acordes hexades (*hexads* ou *hexachords*)

Acordes hexades são os formados por 6 notas.

3.8.4.1 Acordes estendidos (*extended chord*)

São aqueles com a adição de notas além da 7ª (9ª, 11ª e 13ª).

3.8.4.1.1 Acordes de 11ª (*eleventh chords*)

São aqueles que usualmente incluem uma estrutura básica de tríade, além da 7ª, da 9ª e da 11ª.

Acordes de 11ª	Definição (notas)						fórmula	notação inteira	intervalos	símbolos
	1ª	3ª	5ª	7ª	9ª	11ª				
11ª dominante (<i>dominant 11th</i>)	raiz	maior	justa	menor	maior	justa	1 3 5 b7 9 11	0 4 7 10 14 17		C ¹¹
11ª menor (<i>minor 11th</i>)	raiz	menor	justa	menor	maior	justa	1 b3 5 b7 9 11	0 3 7 10 14 17		Cm ¹¹
11ª maior (<i>major 11th</i>)	raiz	maior	justa	maior	maior	justa	1 3 5 7 9 11	0 4 7 11 14 17		Cmaj ¹¹
11ª bemol dominante (<i>dominant sharp 11th</i>)	raiz	maior	justa	menor	maior	maior	1 3 5 b7 9 #11	0 4 7 10 14 18		C ^{9#11}
11ª bemol 9ª maior (<i>major 9th sharp 11th</i>)	raiz	maior	justa	maior	maior	maior	1 3 5 7 9 #11	0 4 7 11 14 18		Cmaj ^{9#11}

3.8.5 Acordes heptades (*heptads* ou *heptachords*)

Acordes heptades são os formados por 7 notas.

3.8.5.1 Acordes estendidos (*extended chord*)

São aqueles com a adição de notas além da 7ª (9ª, 11ª e 13ª).

3.8.5.1.1 Acordes de 13ª (*thirteenth chords*)

São aqueles que usualmente incluem uma estrutura básica de tríade, além da 7ª, da 9ª, da 11ª e da 13ª.

Acordes de 13ª	Definição (notas)							fórmula	notação inteira	intervalos	símbolos
	1ª	3ª	5ª	7ª	9ª	11ª	13ª				
13ª maior (<i>major 13th</i>)	raiz	maior	justa	maior	maior	justa	maior	1 3 5 7 9 11 13	0 4 7 11 14 17 21		M13, Cmaj ¹³
13ª menor (<i>minor 13th</i>)	raiz						menor		... 20		Cm ¹³
13ª dominante (<i>dominant 13th</i>)	raiz	maior	justa	menor	maior	justa	maior	1 3 5 b7 9 11 13	0 4 7 10 14 17 21		C ¹³



Exemplos de acordes com nota adicionada:

tipo ou qualidade		componentes				símbolo	notas
		acorde	extensões				
7/6	seven-six	major triad	major sixth	minor seventh	-	C ^{7/6}	C E G A B ♭

Exemplos de acordes estendidos:

tipo ou qualidade		componentes				símbolo	notas
		acorde	extensões				
9ª dominante	dominant 9 th	dominant 7 th	major 9 th	-	-	C9	C E G B ♭ D
11ª dominante	dominant 11 th	dominant 7 th	major 9 th	perfect 11 th	-	C11	C E G B ♭ D F
13ª dominante	dominant 13 th	dominant 7 th	major 9 th	perfect 11 th	major 13 th	C13	C E G B ♭ D F A
6/9	six-nine	major triad	major sixth	major ninth	-	C ^{6/9}	C E G A D
6/9 menor	Six-nine minor	minor triad	major sixth	major ninth	-		C E ♭ G A D

3.8.6 Outros acordes

Acorde alterado: aquele em que uma ou mais notas da escala diatônica são substituídas por uma vizinha da escala cromática. Numa definição mais ampla, qualquer acorde com uma nota não diatônica.

Poliacorde: 2 ou mais acordes sobrepostos.

Inversão: rearranjo dos elementos de cima para baixo de um intervalo, acorde ou melodia. Num intervalo, a inversão consiste em aumentar ou diminuir uma das notas de 1 ou mais oitavas, de forma que a nota mais alta se torne a mais baixa e vice-versa. Num acorde, a inversão descreve a relação de suas notas mais baixas com as outras.

Quando a nota mais baixa de um acorde está na posição da raiz, este acorde está na posição raiz e é chamado de *parent chord*. Num acorde invertido, a nota mais baixa não está na raiz.

Exemplo 1: acorde C maior

Parent chord: C E G (P1 M3 P5) notação C
 1st inversion: E G C (P1 m3 m6) notação C⁶ ou C/E ou *Ib*
 2nd inversion: G C E (P1 P4 M6) notação C⁶₄ ou C/G ou *Ic*

Exemplo 2: acorde C maior 7ª

Parent chord: C E G B (P1 M3 P5 M7) notação Cmaj7
 1st inversion: E G B C (P1 m3 P5 m6) notação **Cmaj7⁶₅**
 2nd inversion: G B C E (P1 M3 P4 M6) notação **Cmaj7⁴₃**
 3rd inversion: B C E G (P1 m2 P4 m6) notação **Cmaj7⁴₂** ou **Cmaj7²**

Acorde omitido: é possível omitir certas notas de um acorde sem alteração de seu som. Essa ideia torna possível tocar acordes complexos como 9ª, 11ª e 13ª, pois é muito difícil tocar todas as várias notas desses acordes. Assim, é importante entender o papel de cada nota no acorde, para saber quais podem ser omitidas com segurança.

A 3ª e a 7ª são as mais importantes notas: a 3ª define o modo do acorde (maior ou menor), e sem a 7ª não seria um acorde de 7ª e sim um acorde maior ou menor. A raiz define a nota do acorde. O contexto importa: até a raiz pode ser omitida se algum outro instrumento, como um baixo, a estiver tocando.

A 5ª não define nada muito importante, e pode ser omitida sem alterar o acorde. Utiliza-se a notação no5 ou omit5. As 9ª, 11ª e 13ª são ainda menos importantes e também podem ser omitidas. Por exemplo um acorde Cmaj13 (C E G B D F A) pode ter a 5ª (G), a 9ª (D) e a 11ª (F) omitidas, ficando C E B A, e ainda assim continuar sendo um Cmaj13.



3.8.7 Símbolos utilizados em acordes (*symbols*)

Alguns dos símbolos utilizados para notação de acordes são os seguintes:

símbolo	nome		exemplo
m, min, -	menor	<i>minor</i>	C ⁷⁻⁹ , dó dim
M, Ma, maj, Δ	maior	<i>major</i>	C ²
aum, aug, +	aumentado	<i>augmented</i>	C ⁷⁺⁵ , ré aum
dim, °	diminuto	<i>diminished</i>	G° (sól diminuto)
ø	meio-diminuto	<i>half-diminished</i>	C ^{ø7}
2	segunda nota extra		add2
3	qualidade menor ou maior		
4	quarta nota extra		add4
5	quinta justa da nota	<i>perfect fifth</i>	F7(^b 5)
6	acorde de 6 ^a	<i>sixth chord</i>	C ⁶
7	acorde de 7 ^a menor	<i>dominant seventh</i>	C ⁷
9	acorde de 9 ^a	<i>ninth chord</i>	C ⁹
11	acorde de 11 ^a	<i>eleventh chord</i>	C ¹¹
13	acorde de 13 ^a	<i>thirteenth chord</i>	C ¹³
sus	acorde suspenso	<i>suspended chord</i>	C ^{sus4}
()	alterações no acorde		A7(^b 9)
add	intervalo adicional deve ser acrescido		C ^{7add13}
alt, alt dom	acorde alterado	<i>altered dominant seventh chord</i>	G ^{7#11}
omit5, no5	a nota indicada deve ser omitida		
/	Inversão	<i>inversion</i>	

- 0 -

4. FABRICANTES E MODELOS DE BUZINAS A AR

Ao longo da história houve poucos grandes atores no negócio de buzinas: **Airchime**, **Nathan**, **Leslie**, **Westinghouse**, **Wabco** e **Prime** são alguns deles. Desde o princípio, das buzinas de uma nota da **Westinghouse** até as atuais de 5 notas como a **Nathan K-5LA**, diversos modelos surgiram e desapareceram. Devido a mudanças na produção, como diferentes tipos de metais utilizados, diferentes métodos de fundição, etc., uma buzina pode variar seu tom (*tone*), altura do som (*level*), ou soar drasticamente diferente de uma para outra.

As notas adotadas para as buzinas a ar são baseadas, com algumas exceções, na escala temperada, e são as seguintes:

notação		Hz escala temperada	Hz buzinas	desafinadas
latina	anglo-saxônica			
ré sustenido (mi bemol)	D3# (E3b)	156	156	155
sol sustenido (lá bemol)	G3# (A3b)	208	208	
dó	C4	262	261	
dó sustenido (ré bemol)	C4# (D4b)	277	277 e 277,15	280
ré	D4	293	293	
ré sustenido (mi bemol)	D4# (E4b)	311	311	
mi	E4	329	329 e 329,6	330 e 340
fá	F4	349	349	
fá sustenido (sol bemol)	F4# (G4b)	370	370	
sol	G4	392	392 e 391,6	
sol sustenido (lá bemol)	G4# (A4b)	415	415	
lá central	A4	440	440	
lá sustenido (si bemol)	A4# (B4b)	466	470	480
si	B4	494	494	
dó	C5	523	523	512
dó sustenido (ré bemol)	C5# (D5b)	554	554 e 554,3	565
ré	D5	587	587	
ré sustenido (mi bemol)	D5# (E5b)	622	622	617
mi	E5	659	660	

Os fabricantes listados são:

Airchime Manufacturing Company, Limited
Nathan Manufacturing, Inc.
The Holden Company, Limited (distribuidor)
Leslie Company
Prime Manufacturing Company, Inc.
Westinghouse Air Brake Company - Wabco
Hancock
The American Strombos Co. - Buell Air Horns
Gustin-Bacon Mfg. Co.
Grover Products co.
Kahlenberg Industries, Inc.
Burnett Power Saws & Eng. Co., Ltd.
A. C. Corrêa & Cia. Ltda.
Cunningham Air Whistles
Kleinn Air Horns
Federal Signal Corporation
Ibuki Kogyo Company, Limited
Zöllner Signal GmbH
Vixen Horns
Wolo Manufacturing Corporation
Kockum Sonics
Fiamm Technologies LLC
Korsa Horns
Slrens & Horns PTY Ltd.

As séries e modelos apresentados são uma parte das produzidas por esses fabricantes, principalmente das buzinas para ferrovias. A classificação em gerações é dada pelos amantes e pelo autor, não pelos fabricantes.

4.1 AIRCHIME MANUFACTURING COMPANY, LIMITED

<http://www.airchime.com/>

<http://www.microprecisiongroup.com/nathan-airchime>



A **Airchime Manufacturing Company, Ltd.** foi fundada em 1948 em Vancouver, Columbia Britânica, Canadá, pelo inglês **Robert Eugene Swanson** (1905-1994), tendo como atividade principal a fabricação de apitos a vapor para locomotivas, navios e fábricas. Fabricou apitos a vapor por mais de 50 anos, inclusive de 3, 5 e 6 tons. Foi a primeira a desenvolver um novo som para as locomotivas a diesel, que rapidamente substituíam os velhos cavalos de aço negros. Em 1948 desenvolveu e patenteou o modelo "M", construído com 1, 3 e 5 cornetas, primeiro dispositivo a dar às novas locomotivas a diesel seu som característico. Em 1954 a companhia foi incorporada. Foi vendida em 1994 para a **Challenger Industries** e, naquele tempo, o acordo de licença com a **Nathan** foi estendido para toda América do Norte por 15 anos, expirando em Nov/2009. Sua sede fica em Langley, na Columbia Britânica, com uma fábrica de 12250 ft² (1140 m²), construída em 1996 e que abriga uma das maiores instalações (câmara anecóica) de testes acústicos no mundo. Atualmente a empresa pertence ao grupo **Micro Precision LLC**, e seus produtos são fabricados por licenciadas nos Estados Unidos (Nathan) e Grã-Bretanha.



Além da **Nathan**, a **Holden** e a **Burnett** também foram fabricantes licenciados da **AirChime**.

Algumas das buzinas desenvolvidas pela AirChime:

Séries		Modelo inicial	Introdução	Obs.	Substituta
H	<i>Hexatone</i>	H-6	1949	4 unidades fabricadas, incluindo o protótipo Iron Maiden; 3 foram vendidas	
N	<i>New ?</i>	N-3	1949	20 unidades fabricadas; versão de 3 harmônicos da H-5	M-3
M	<i>Modulated</i>	M-3 <i>old cast</i> M-5 <i>old cast</i>	1950	<i>Old cast</i> (1950): base da corneta com alargamento circular <i>New cast</i> (1952-1980s): base da corneta com alargamento tipo concha (<i>scallop base</i>) e maiores orifícios nos diafragmas -> mais barulhentas	
T	<i>Trucks</i>	T-3 (T-E ?) T-5	1951/2	Buzinas T-1 a T-5 desenvolvidas para caminhões	P-3 P-5
P	<i>Pre-set pitch</i>	P-3 (P-124) P-5 (P-12345)	1952/1953	Melhoramento da série T, mas a AirChime vendeu os direitos para Nathan e nunca produziu essa buzina	
J		J-3	1954	Utilizada em um limpa-neve, mesmo acorde da M-3H num <i>manifold</i> J ou piramidal, mas não ajustáveis; antecedeu brevemente a série K	K-3
K	<i>Kettle drum</i>	K-3 (K-123) K-5 (K-12345)	1954	1ª geração (1954): permitia ajuste da tensão nos diafragmas metálicos, <i>sand cast</i> , 8 parafusos nos <i>caps</i> , câmaras de potência com aparência maior e mais arredondadas; fabricadas por apenas 1 ano pela Burnett (mais tarde os caps ajustáveis voltaram, aparecendo ocasionalmente entre 1957 e 1969) 2ª geração (1955-): diafragmas de borracha, <i>sand cast</i> , 6 parafusos nos <i>caps</i> , câmaras de potências redesenhadas com aparência mais achatada; fabricadas pela Burnett 3ª geração: diafragmas metálicos, <i>sand cast</i> , 6 parafusos nos <i>caps</i> , câmaras mais cheias no centro 4ª geração (1974-): cornetas <i>die cast</i> , <i>manifolds sand cast</i> , materiais de densidade menor (Al+Zn), 6 parafusos nos <i>caps</i> Subséries: KS, KSV, KJ, KJH, KM, ENC, KB etc. para uso ferroviário, marítimo, industrial	
C	<i>Cars ?</i>		????	Subséries: CA, CS	

4.1.1 Série H (Hexatone)

Foi introduzida por volta de 1949 por **Swanson** com a Hexatone **H-6**. **Swanson** a desenvolveu porque gostava mais do som dos apitos a vapor do que das buzinas simples (*single tone*) então fabricadas pela **Leslie** e pela **Westinghouse Air Brake Company - WABCO**. Foram fabricadas apenas 4 unidades, considerados experimentais, incluindo um protótipo chamado de “*Iron Maiden*”, sendo 3 vendidas. Uma delas figurou numa GE 80t da *National Harbours Board*, outra numa SW #1201 da *Simpson Timber Co*. Seu acorde foi projetado por **Swanson** baseado na teoria musical chinesa, e soava C, D#, F#, A, C e D#.

Em seguida, **Swanson** introduziu a **H-5** em 1949, primeira buzina de 5 harmônicos, que teve apenas 88 exemplares fabricados segundo as anotações pessoais do próprio **Swanson**. Uma delas foi utilizada numa GE 70t #940 da BCH. As cornetas da **H-5** eram soldadas juntas num conjunto único, e não podiam ser invertidas como nas **M-5**. O ar comprimido era alimentado nas cornetas por tubos individuais de cobre, saindo da base. Afinação da **H-5** era *A major dominant 7th* (C#, E, G, A, C#), mas podia ser facilmente alterada para outros acordes, incluindo *F# minor 6th* (C#, D#, F#, A, C#) e *C# diminished* (C#, E, G, A#, C#). Mais tarde ela foi chamada de **M-5**, para tirar a conotação de hexa do H. Foi substituída pela **M-5**.



Swanson com sua H-6, e a H-5

De acordo com os registros, houve números seriais também para modelos **H-3** e **H-2**.



Duas das H-5 conhecidas existentes

4.1.2 Série N (New ?)

Outra série rara desenvolvida por **Swanson** antes da série M. A **N-3** foi a primeira buzina de 3 harmônicos oferecida pela **Airchime** e pela **Nathan**, e somente 20 exemplares foram construídos, em 1949. Essencialmente é uma versão de 3 harmônicos da **H-5**, e tinha uma afinação original em Lá maior (C#, E, A). Foi substituída pela **M-3**.



N-3

cornetas séries H e N	afinação (pitch)	Frequência, Hz	comprimento total	obs.
1	C4#	277,18		C@262 até D@294 Hz
2	E4	329,60		D@294 até F@349 Hz
3	G4	391,90		F@349 até G#@415 Hz
4	A4	440,00		G#@415 até B@494 Hz
5	C5#	554,30		B@494 até E@659 Hz
6	D5#	617		

série	modelo	afinação original (acorde)	cornetas série H e N						obs.	peso lb
			1 C#	2 E	3 G	4 A	5 C#	6 D#		
H	H-6	<i>C diminished</i> (C, D#, F#, A, C, D#)	X	X	X	X	X	X		
	H-5	<i>A major dominant 7th 1st inversion</i> (C#, E, G, A, C#)	X	X	X	X	X		(1)	
N	N-3	<i>A major 1st inversion</i> (C#, E, A)	X	X		X				

(1) podia ser facilmente modificada para outros acordes como *F# minor 6th* (C#,D#,F#,A,C#) e *C# diminished* (C#,E,G,A#,C#)

4.1.3 Série M (*Modulated*)

Após as séries H e N, a **Airchime** desenvolveu a série M, introduzida em 1950, chamada “a mais melódica buzina das ferrovias”. Cada corneta tem um diafragma diferente, uma desvantagem que dificulta a reparação. No entanto, a série M introduziu a base circular, pela qual a corneta se prende ao *manifold*, mantida depois pela **AirChime** e pela **Burnett**, por sua versatilidade. Em Julho/1952 a **Nathan** alterou este *design* para base tipo concha (*scallop base*), pois a base circular requeria metal extra desnecessariamente. Para identificar a data de fabricação, uma marcação era estampada (até por volta de 1952) nas cabeças ou às vezes nos *manifolds* das buzinas, consistindo numa letra de A a L para identificar os meses de Janeiro a Dezembro respectivamente, e 2 dígitos representando o ano de fabricação. Essa série pode ser identificada pela marcação no *manifold* do numero de cada corneta, pelos 2 furos em cada *cap* e diferentes tamanhos das cabeças. A grande desvantagem da série M é que precisava ser afinada a cada 6 meses ou menos. As cornetas são bem curvadas na boca.

3 chime:

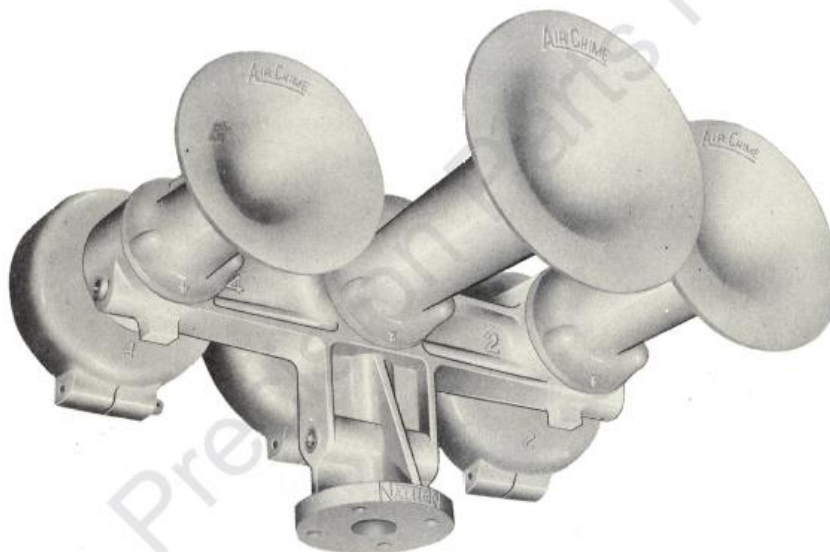
M-3 antiga – desenvolvida em 1950 como uma revisão do projeto da **N-3**, foi produzida por alguns anos até meados de 1950s. Tem um alargamento redondo ao redor das cornetas e orifícios (*vent ports*) de Ø 3/16”, que produzem um som muito melódico e rico, acorde A 7th flat 5th 1st (C#, D#, A).

M-3 moderna - tinha um alargamento tipo concha ao redor das cornetas para reduzir a quantidade de Alumínio utilizada, e orifícios no diafragma de Ø 5/16”, portanto mais barulhenta que as antigas. Pode ser reconhecida por soar mais alto comparada à **M-3** antiga. Devido à relativamente alta manutenção, praticamente desapareceu do mercado no início de 1980s. Tinha um acorde em Lá maior (A *major* 1st inversion C#, E, A).



M-3 antiga e M-3 moderna

MODEL M-3



M-3 moderna fabricada pela Burnett e distribuída pela Holden

M-3R1 e **M-3RT1** – a **M-3R1** é uma variação da **M-3** onde a corneta #1 é invertida (virada para trás), e na **M-3RT1** a mesma corneta, além de revertida, tem um alargamento elíptico e eleva-se a 10° da horizontal (*Tilted bell*). Acredita-se que a modificação foi feita pela ferrovia *Delaware & Hudson* para as suas locomotivas Alco RS-3 para poder montá-la no corpo em frente à cabine e a corneta #1 não tocar no teto da cabine. A corneta #1 é a que ficava projetada para trás. O acorde é o mesmo da **M-3**, uma afinação em *A major* (C#, E, A) ou Lá maior.



M-3R1 e M-3RT1 modernas

M-3H e **M-3HR** – introduzidas no início da década de 1950 para atendimento às normas canadenses, que exigiam um acorde D# menor (D#, F#, A#) para as buzinas das locomotivas. Utiliza as cornetas #2, #3 e #4 da **M-5** com as câmaras #1, #2 e #3 respectivamente. Foi largamente substituída pela **K-3H**, de menor manutenção, e não foi fabricada desde o início da década de 1980. A letra “H” significa *High-pitched* e “R” significa *Reverse*.



M-3H e M-3HR antigas

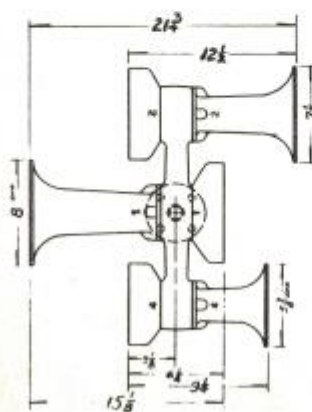
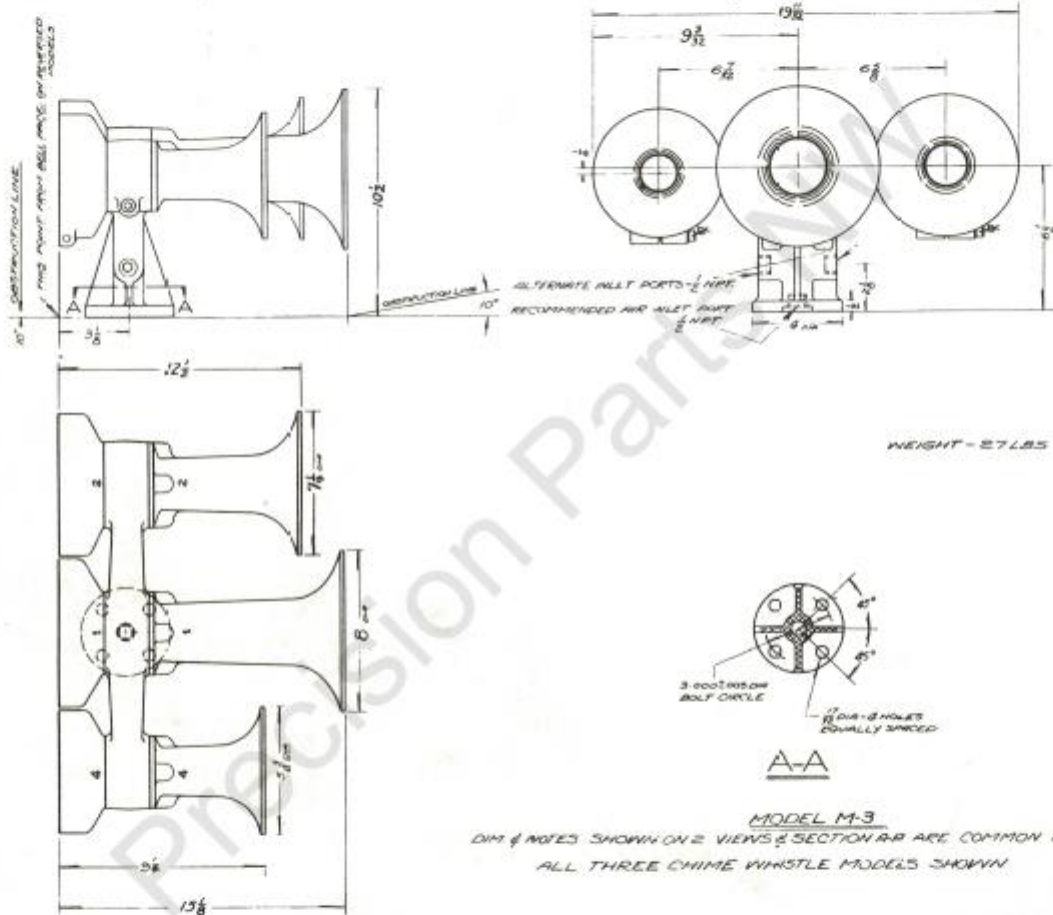
M5-124 e **M5-24R1** – buzinas de 3 cornetas (1, 2 e 4) montadas num *manifold* de 5.



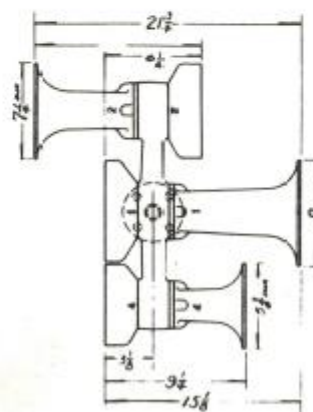
MODEL M-3 SPECIFICATIONS
FREQUENCIES 275 C.P.S., 330 C.P.S., 440 C.P.S.
(Comprising A Major Chord)

Metering Orifice in Base of Whistle	Data Based on Main Reservoir Pressure	Pressure at Whistle After Orifice	Free Air Consumption Atmospheric @ 60° F.	Decibel Loudness* at 100 Ft. Forward
None	130 Lbs.	80 Lbs.	135 cu. ft. min.	111 - 112
C-21019-11	130 Lbs.	62 Lbs.	112 cu. ft. min.	110 - 111
C-21019-3	130 Lbs.	45 Lbs.	85 cu. ft. min.	109 - 110
C-21019-12	130 Lbs.	33 Lbs.	68 cu. ft. min.	108 - 109
C-21019-13	130 Lbs.	28 Lbs.	50 cu. ft. min.	106 - 107
C-21019-14	130 Lbs.	24 Lbs.	40 cu. ft. min.	105 - 106
C-21019-15	130 Lbs.	20 Lbs.	35 cu. ft. min.	103 - 104

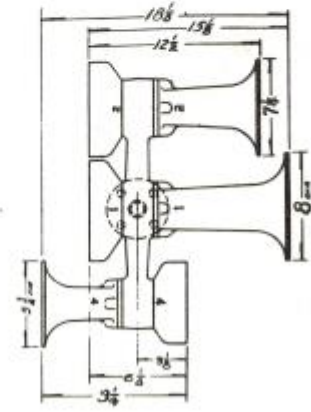
NOTE: Models M-3 R1, M-3 R2, M-3 R3 identical with above except more omnidirectional than M-3



MODEL M-3 R1



MODEL M-3 R2



MODEL M-3 R4

5 chime:

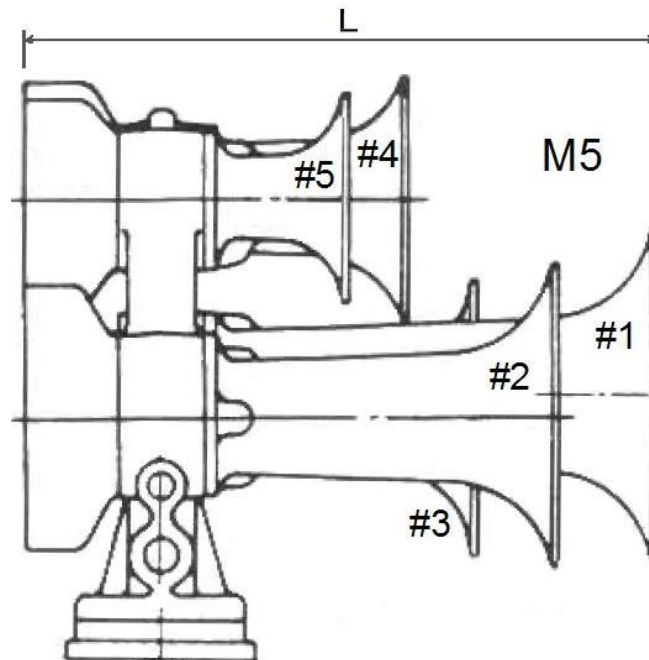
M-5, M-5R4 e M-5R24 – primeira buzina 5-chime e mais famosa das buzinas de 5 cornetas, #1 a #5, produzida a partir de 1950 como um refinamento da **H-5**. Os tubos de cobre individuais da **H-5** alimentando cada corneta desapareceram, substituídos por um *manifold*. O posicionamento das cornetas e projeto das tampas traseiras (*back caps*) também eram diferentes, mas o acorde e o belo timbre permaneceram. Nas antigas, as cornetas eram perfeitamente redondas no encontro com o *manifold* (*circular base*), mas refinamentos a partir de 1951 resultaram na chamada base concha (*scallop base*). As últimas versões são similares às **M-3**, com base em concha. Devido à relativamente alta manutenção, praticamente desapareceu do mercado no início de 1980s. A **Nathan** produzia essa buzina sob encomenda, e as bateladas de fundição usualmente são produzidas somente 1 vez por ano. Acorde A 7th major (C#, E, G, A, C#). Utilizada por exemplo nas Alco RS-18 da *British Columbia Railway*.



M-5



M-5R4 e M-5R24



cornetas série M		afinação (pitch)	Frequência Hz	comprimento total L		Ø da boca	obs.
Old cast Circular base (1950-1952)	New cast Scallop base (1952-1980s)			WH-11 bulletin	WH-5298 dwg WH-5282 dwg		
1		C4#	277,18	15 ¼"			
	1	C4#	275	15 1/8"	15 3/16"	8"	
	T1	C4#	277,18		15 9/32"	4 9/16" x 10"	<i>Tilted bell</i> Inclinada a 10° e boca elíptica
2		D4#		12 3/8"			
	2m	D4#					corneta #2 com câmara #1
	2	E4	329,6	12 ½"	12 15/16"	7 ¼"	
	3m	F4#					corneta #3 com câmara #2
3		G4	391,9				
	3	G4	391,9		11 1/16"	6 ½"	
4		A4	440				
	4	A4	440,0	9 ¼"	9 5/16"	5 ¾"	
	4m	A4#	466,20				corneta #4 com câmara #3 Feita para a M-3H e possivelmente utilizada em várias M-5
5		C5#	554,3	7 11/32"			
	5	C5#	554,3		7 25/32"	5"	

"m" para cornetas modificadas

"T" para *Tilted bell*

Ver bulletin WH11 para outras dimensões

M antigas (1950-1952):

série	modelo	afinação original (acorde, intervalo ou nota)		cornetas série M antigas					obs.	peso lb
				1 C4#	2 D4#	3 G4	4 A4	5 C5#		
5 tone	M5	A dominant 7 th 1 st inversion (C#, D#, G, A, C#), herdado da H-5 C# diminished (C#, E, G, A#, C#) era a fórmula original da M-5		A7(5-)/C#	X	X	X	X	(2)	40
3 tone	M3	D# dominant 7 th flat 5 th 3 rd inversion (C#, D#, A)		D#7(5-)/C#	X	X	X	X		

(2) pode ser facilmente modificada para outros acordes incluindo A# major dominant 6th chord (C#,E,F#,A,C#), D# minor 7th chord (C#,D#,F#,A#,C#), F# minor 6th (C#, D#, F#, A, C#)., C# dim (C#, E, G, A# C#)

M modernas (1952-1980s):

série	modelo	afinação original (acorde, intervalo ou nota)		cornetas série M modernas									obs.		peso lb
				1 C4#	T1 C4#	2m D4#	2 E4	3m F4#	3 G4	4 A4	4m A4#	5 C5#			
5 tone	M5 M5-R4 M5-R24 M5-R23	A major dominant 7 th 1 st inversion (C#, E, G, A, C#)	Adom ⁷ /C#	X			X		X	X		X	(2)		40
3 tone	M5-124 M5-24R1	A major 1 st inversion (C#, E, A)	A/C#	X			X			X			(2)	aberturas 3 e 5 do manifold seladas	30
	M3	A major 1 st inversion (C#, E, A)	A/C#	X			X			X				Alco S-12	26 ½
	M3-R1 M3-R2 M3-R4	A major 1 st inversion (C#, E, A)	A/C#	X			X			X					26 ½
	M3-T1 M3-RT1	A major 1 st inversion (C#, E, A)	A/C#		X		X			X					26 ¾
	M-3H	D# minor (D#, F#, A#)	D#m			X		X			X		(4)		
	M-3HR	D# minor (D#, F#, A#)	D#m			X		X			X		(4)	1 corneta invertida	
Dual tone	M3-12	Minor 3 rd interval (C#, E)	m3	X			X							abertura 4 selada	22
	M3-1R2	Minor 3 rd interval (C#, E)	m3	X			X							#2 invertida e ab. 4 selada	22
	M3-2RT1	Minor 3 rd interval (C#, E)	m3	X			X								22 ¾
	M3-24	Perfect 5 th interval (E, A#)	P5				X				X				19
Single tone	M3-1	C4#	C4#	X										1 corneta com manifold de 3 aberturas 2 e 4 seladas	16
	M3-T1	C4#	C4#	X										1 corneta com manifold de 3	16 ¾
	MS-1	C4#	C4#	X										600, 800, 1000, 1200 HP switchers	11
	MS-2	D4#	D4#				X							600, 800, 1000, 1200 HP switchers	
	MS-3	F4#	F4#					X							

(4) utiliza as cornetas 2, 3 e 4 modificadas, com as câmaras das 1, 2 e 3 respectivamente

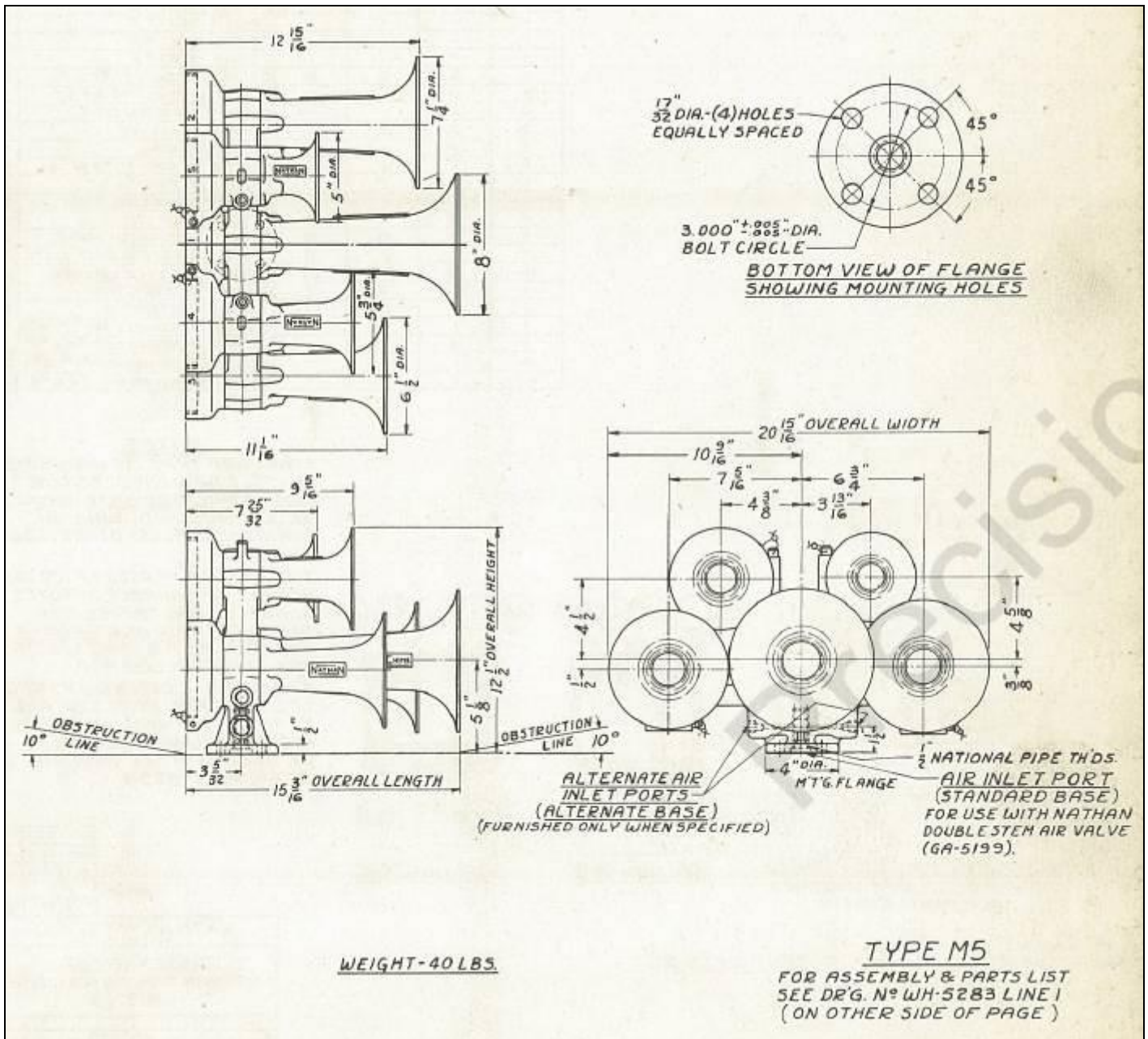
Alguns part numbers:

modelo	part number	utilização
MS-1	8155810	E8, GP7, F7, FP7, SW8
M-3	8158364	F7, FP7, GP7, E8, SW1, SW7, SW8, SW9, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6
M-3R1	8168823	TR, GP7, SD7, GP9
M-3RT1	8199266	SW1, SW8, SW9, RS-3 da D&H
M-5	8155809	F7, FP7, GP7, E8, SW8, SW9, SD7
M-5R24	8175399	F7, FP7, GP7, SD7, SW9
M-5R23	8205420	GP7, E8



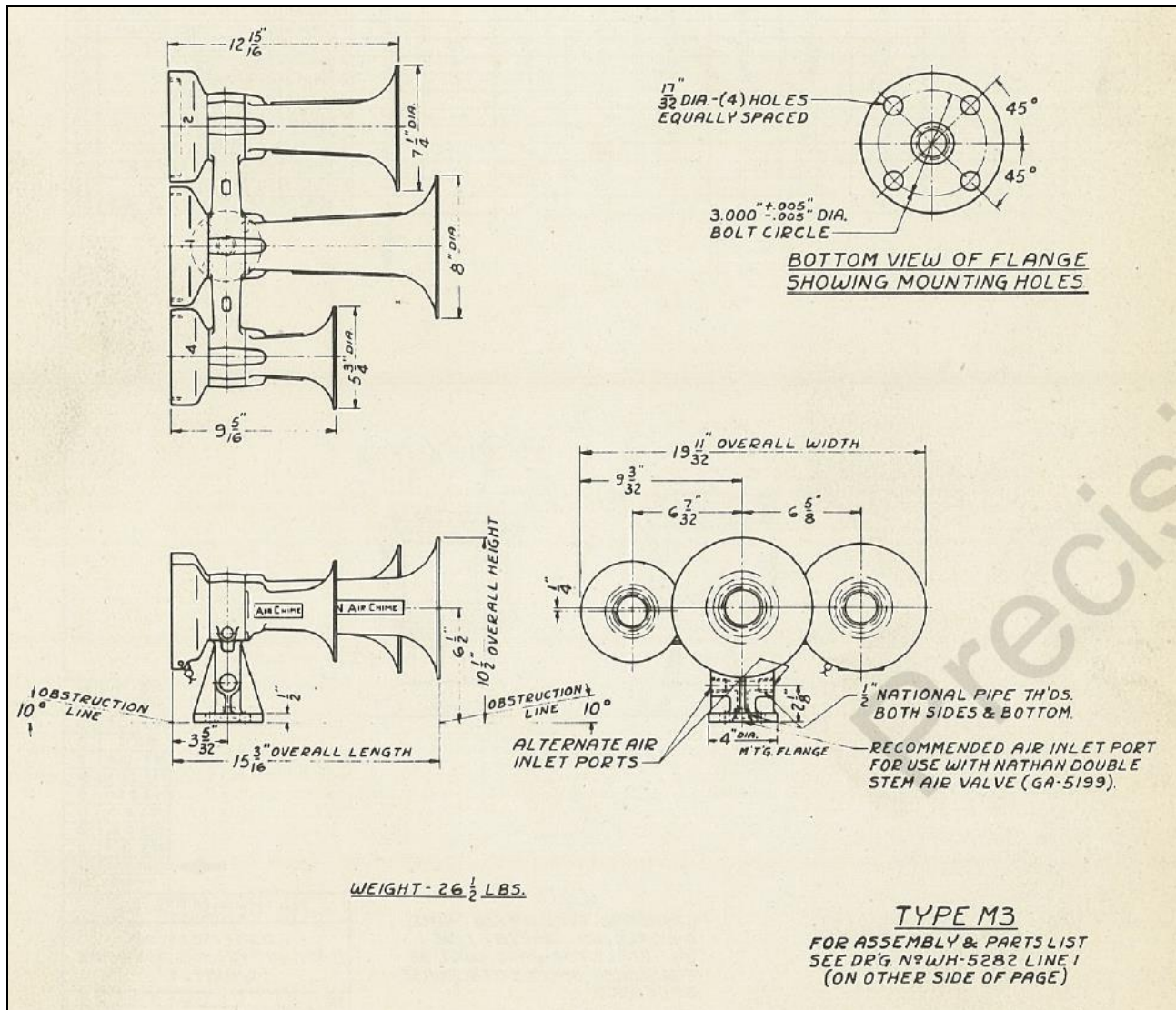
Manifolds da série M:

5 chime: montagem 2 cornetas em cima e 3 embaixo





3 chime: 3 cornetas montadas lado a lado



2 chime: buzinas montadas no mesmo manifold anterior com a saída central tamponada

4.1.4 Série T (Truck)

Uma série desenvolvida no princípio da década de 1950 por **Robert Swanson** para caminhões e que é chamada erroneamente de protótipo da série P, baseado no fato que antecedeu ligeiramente a série P. Tal afirmação errada foi feita por indivíduos que nunca abriram uma dessas buzinas, e também porque elas são muito parecidas. É sabido que existem apenas 2 buzinas **T-5**, uma pertencente a *Andy West*, e a outra a um amigo seu próximo. Internamente, parecem miniaturas da série K, com bocal fundido em vez de borracha. Dessa forma, poderiam ter sido protótipos da série K, e não da série P. A buzina de *Andy West* tem a mesma montagem da **K-5H** e soa como uma, e a de seu amigo a mesma montagem da **P-5**, e soa como uma. Existiram também as buzinas **T-4**, **T-3**, **T-2** e *single tone*, algumas em poder de colecionadores.

cornetas série T	afinação (pitch)	Frequência, Hz	comprimento total L	obs.
1	D4#	311		
2	F4#	370		
3	A4#	470		
4	C5	512		
5	D5#	622		

modelo	afinação original	cornetas T					obs.	peso, kg
		1 311	2 370	3 470	4 512	5 622		
T-1	????							
T-2	????							
T-3	????							
T-4	????							
T-5	E ♭ minor 6 th (D#, F#, A#, C, D# octave)	Ebm6	X	X	X	X		

- 0 -

4.1.5 Série P (*Pre-set pitch*)

Em 1952/1953, a série T foi melhorada para utilização em locomotivas, originando a série P. **Swanson** nunca gostou da série P e vendeu os direitos para a **Nathan**, nunca tendo a **Airchime** produzido a série P. Ver tópico sobre a **Nathan**.

4.1.6 Série J - A Airchime desenvolveu a **J-3** em 1954 para utilização nos limpa-neve canadenses. Tinha o mesmo *D# minor chord* mandatório da **M3-H**, mas com projeto não ajustável e de baixa manutenção. Antecedeu brevemente a introdução da popular série K, com as cornetas externamente lembrando as desta última. Internamente, porém, há várias diferenças, como o diafragma em peça única. O *manifold*, que coloca as cornetas num arranjo triangular "piramidal", também foi utilizado nas primeiras **K-3**.



J3

série	modelo	afinação original	cornetas							obs.	peso, lb
			0	1	2	3	4	4a	5		
J	J3	D# minor (D#, F#, A#) D#m			X	X	X				

- 0 -

4.1.7 Série K (Kettle drum)

O modelo K (*kettle* = chaleira) foi introduzido na Canadá em 1954 como uma alternativa de menor manutenção que a série M. Os primeiros modelos permitiam ajuste da tensão no diafragma através das tampas traseiras, ajustando o som de baixa a alta pressão, e eram fundidos em moldes de areia (*sand cast*). A partir de 1974 essas buzinas seriam produzidas por injeção (*die cast*). É a buzina mais utilizada atualmente nos EUA, com um som mais agradável que o “metálico” da série P, embora sua venda fosse exclusiva no Canadá até meados de 1970s. Naquela mesma época surgiu o *manifold* de perfil baixo (L), passando o antigo a ser designado de perfil alto (H). Podem ser divididas em 4 gerações:

1^a – diafragma de metal assentado sobre uma fenda usinada para acomodar um *O-ring* maior, câmara de potência com aparência maior e arredondada quando vista de frente, 8 parafusos de fixação do *cap*;

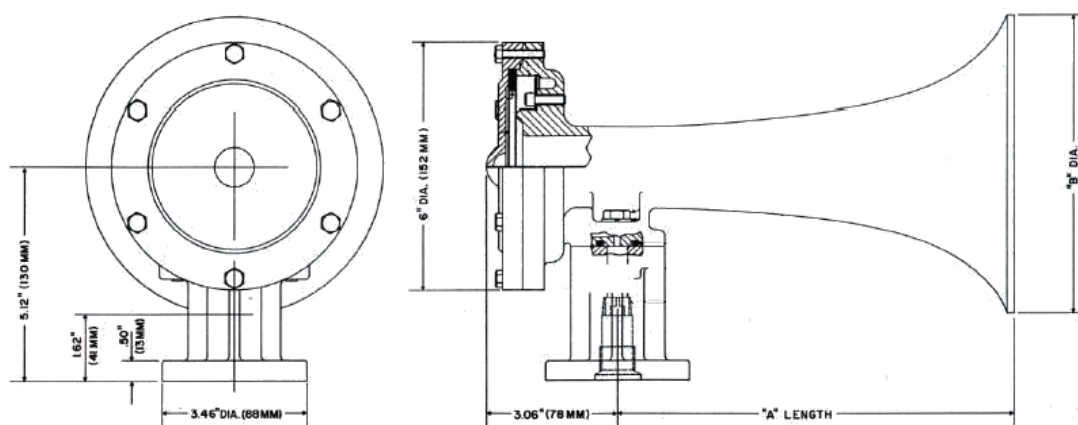
2^a – bocal metálico usinado para encaixar na sede do diafragma de borracha estilo série P, câmaras de potência redesenhadas, com aparência mais achatada, 6 parafusos de fixação do *cap*; essa e a 1^a geração foram fabricadas pela Burnett;

3^a – diafragma metálico assentado diretamente, câmaras de potência similares à geração anterior, mas mais cheias no centro para acomodar um novo anel de distribuição de ar, que também aumentou a vida dos diafragmas;

4^a – basicamente igual à geração anterior, porém com as cornetas injetadas (*die cast*) e usinadas e material de densidade menor, com adição de Zinco ao metal base Alumínio. As das gerações anteriores eram todas fundidas em moldes de areia.

Single-chime:

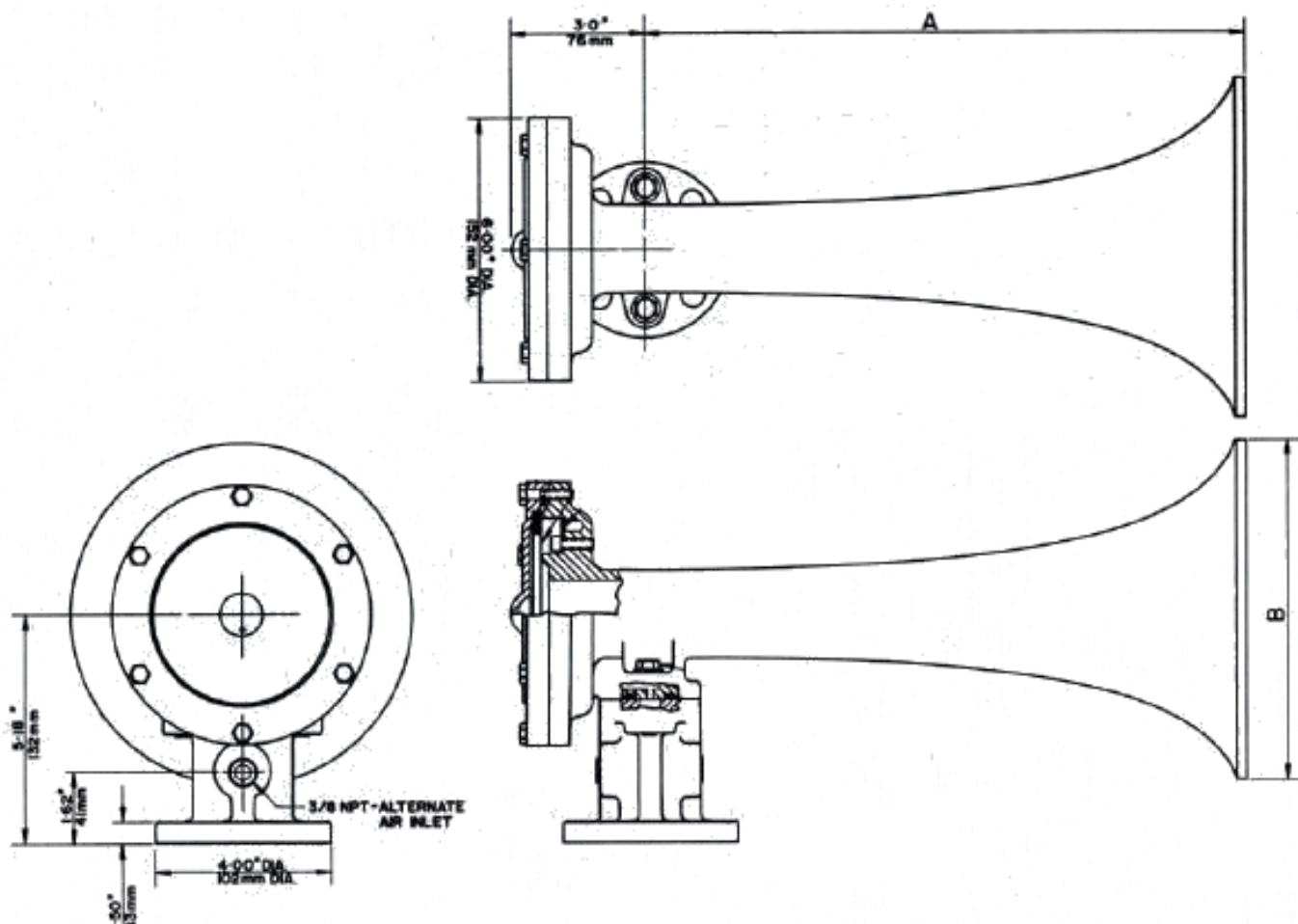
K-1 a K-5, KS-1L a KS-5– modelo de uma corneta, destinado a locomotivas, disponível nas frequências de 261 a 660 Hz. As mais modernas foram chamadas **KS**, onde a letra “S” significa “*Single-chime*”. Orifício de entrada de Ø 1/2”. Pressão de operação 50-150 psi. Apparently essa nomenclatura foi alterada de **K** para **KS** para não confundir uma **K-3 single chime** com uma **K-3 three-chime** por exemplo.



K-1 ou K-S1 métrica



K-1 ou K-S1



K-1

Modelo da buzina	Frequência	Audível até (milhas)	Consumo de ar (CFM)	Comprimento total	Peso (lb)
K-5H	660				
K-5	622	2	21	7½"	5
K-4	512	2	21	8¾"	5¼
K-4A	494				
K-3	470	2	22	10¼"	6¼
K-3L	440				
K-3A	415				
K-2	370	2	24	12 7/8"	6½
K-1	311	2½	25	16½"	7½



REF	PART	DESCRIPTION	MATERIAL	SPECIFICATION	QTY
1	38121	BELL BODY, KS-1L, 261 Hz ± 4%	DIE CAST ALUMINUM	ASTM B26-65	1
2	30144	SOCKET HD CAP SCREW, 1/4-20x5/8"	STAINLESS STEEL	ASTM F593C	3
3	30143	DIFFUSER	STAINLESS STEEL	UNS-300400	1
4	30111	DIAPHRAGM DISC	STAINLESS STEEL	UNS-301010	2
5	30112	CUSHION RING	SILICONE RUBBER	ASTM D2000	1
6	30110	HEX HEAD CAP SCREW 1/4-20x7/8"	STAINLESS STEEL	ASTM F593C	6
7	30109	DIAPHRAGM CAP	DIE CAST ALUMINUM	ASTM B26-65	1
8	30119	HEX HEAD CAP SCREW, 3/8-16x1 1/2"	STAINLESS STEEL	ASTM F593C	2
9	30122	LOCK WASHER	STAINLESS STEEL	ASA B37.1	2
10	30211	O-RING	BUNA N	ML STD 417 SB	1
11	20914	PIPE PLUG, 3/8"-18 NPT	ALLOY STEEL	COMMERCIAL	2
12	30117A	SINGLE TONE BASE, American Version	CAST ALUMINUM	UNS A03561	2

FUNDAMENTAL FREQUENCY: 261 Hz $\pm$ 4%. MUSICAL NOTE: C4

OPERATING PRESSURE: 75-150 PSI (5-10 BAR)

(SPL @ 100 CM): 138 ± 1 (DBA ON ALL PASS AT 1 METER WITH 100 PSI (7 BAR) AIR PRESSURE AT WHISTLE BASE WHILE BLOWING WITH AIR CONSUMPTION OF 32 SCFM (15 L/SEC))

CONFIDENTIAL
INFORMATION CONTAINED HEREIN
IS CONFIDENTIAL. IT IS THE
PROPERTY OF NATHAN ARCHIVE.
IT IS TO BE USED ONLY FOR
THE PURPOSES SPECIFIED, AND
IT IS NOT TO BE DISCLOSED TO
THIRDS WITHOUT THE PRIOR
WRITTEN CONSENT OF NATHAN
ARCHIVE. ©2000 PAPERBOOK LLC

©Copyright Nathan Archive

CONTRACT NUMBER	
CUST#	
ORDER BY	DATE OF ORDER
LHT	08/10/00
ORDER BY	ORDER BY
P.C.	LHT
ORDER APPROVAL	
JL	
TIME OF ORDER	

NATHAN / AIRCHIME®
MICRO PRECISION LLC
SOUTH WINDHAM, CT 06898

MODEL KS-1L
SINGLE TONE AIR HORN, 261 HZ

Part Number: **WH30154-1L**

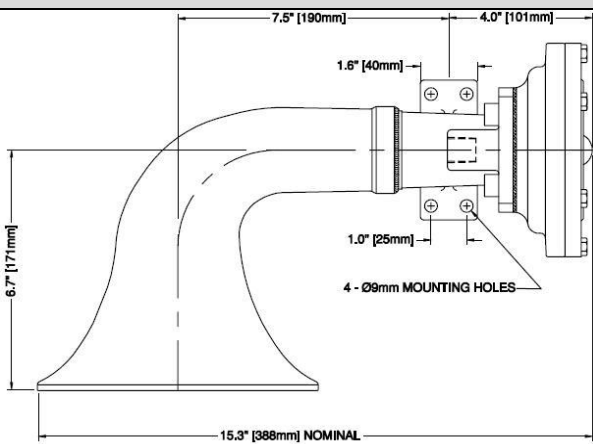
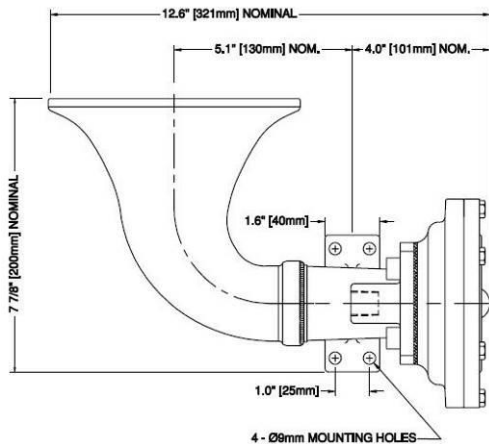
modelo		afinação original	cornetas KS						
			1L	2	3a	3	4a	4	5
KS	KS-1L	C4	X						
	KS-2	F4#		X					
	KS-3a	G4#			X				
	KS-3	A4#				X			
	KS-4a	B4					X		
	KS-4	C5						X	
	KS-5	D5#							X

KSV (Single-chime, Vertical mounted) - corneta simples em ângulo para instalação sob a locomotiva, próxima aos trilhos. Seu projeto robusto permite uma auto-drenagem, e recomenda-se a utilização do filtro de sujeira. Disponíveis nas frequências 280 e 330 Hz.



KSV-1

KSV-2

corneta KSV		afinação	frequência
1V		C4#	280
2V		E4	330

série	modelo	afinação original	cornetas KSV		obs.	peso, kg
			1V C4#	2V E4		
KSV	KSV-1	280 Hz	C4#	X		3,6
	KSV-2	330 Hz	E4		X	3,1

KJ - utilizada em trens urbanos.

KJH – corneta simples e com aquecimento, usada em trens suburbanos, frequência 400 Hz (G4).

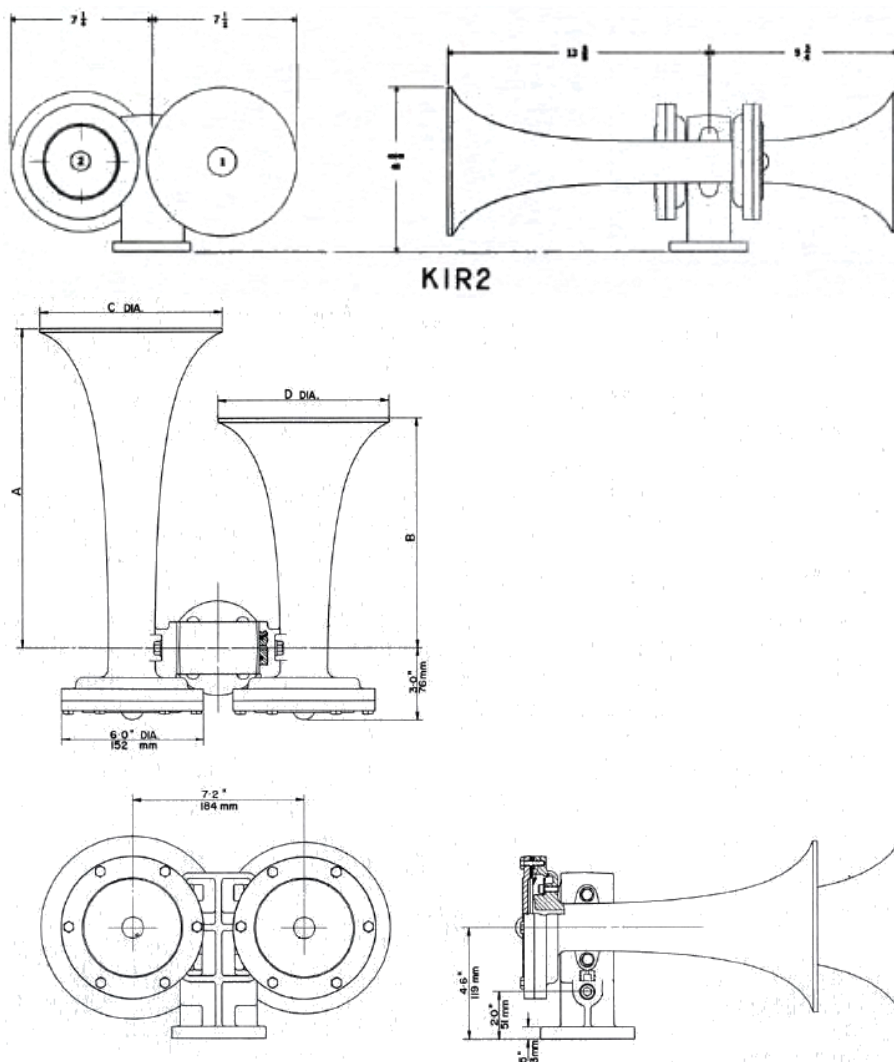
A **AirChime** produziu também buzinas *single tone* para uso marítimo e industrial (série KM e ENC (*heated ENClosure*)), para uso com vapor (série SW) e série KB com câmara de bronze.

Dual chime:

K-2H, K-12, K-25 – a **K-2H** utiliza cornetas #1 e #2 unidas a um *manifold* especial alto e estreito. Utilizada na frente da cabine em algumas locomotivas *genset* RP20BD e RP20CD da *Railpower*, em conjunto com a **K-2** montada atrás da cabine. No *Metrolink* em Los Angeles, *cab cars* utilizam a **K-2H** com as cornetas #2 e #4, montadas sob a cabine e atrás do piloto, de forma a minimizar o ruído para a vizinhança. A *Caltrain* utilizou *manifolds* de **K-5LA** removendo as cornetas #1, #4a e #5 e revertendo as cornetas #2 e #3a, criando uma estranha **K-2** para utilizar como buzina reserva. Raramente foram ouvidas até Julho/2009, quando problemas com suas **P-2** fizeram a ferrovia mudar as estranhas **K-2** para buzina principal por alguns meses, retornando logo às **P-2** provavelmente devido ao som criado ser a menos agradável das combinações de 2 notas entre as que compõe a **K-5LA**. Orifício de entrada de Ø ½". Pressão de operação 50-150 psi.



K-2H e K-12-DF (Debris Filter)



série dual chime

Modelo	Frequências	Cornetas	Audível até (milhas)	Consumo de ar (CFM)	Comprimento total	Peso (lb)
K-12	311, 370	1, 2	2½	40	16½"	14½
K-25	370, 622	2, 5	2½	36	12 7/8"	12

Three-chime:

K-3 (K-123) - as **K-3** foram introduzidas em 1954 como **K-123**, alternativas de menor manutenção às **M-3H**. Eram uma derivação da **K-5H**, utilizando as cornetas #1, #2 e #3 daquela buzina para produzir um acorde em *D# minor*, exigido no Canadá naquela época. Foram buzinas tipicamente canadenses, predominantes na *Canadian Pacific*, na *Canadian National* e na *VIA Rail Canada*, mas apareceram também em ferrovias americanas, notadamente nas **Dash 9-44CW** série 960 da BNSF. As primeiras utilizavam o mesmo *manifold* piramidal das **J-3** e eram chamadas **K-123**. Tinham um peso de 20¼ lb, orifício de entrada de ½" NPT, pressão de operação de 50-150 psi e consumo de 60 CFM, audíveis a até 3 milhas. As antigas foram produzidas em moldes de areia (*sand cast*), substituídos a partir de 1974 por injeção (*die cast*), o que resultou num acabamento muito mais suave.

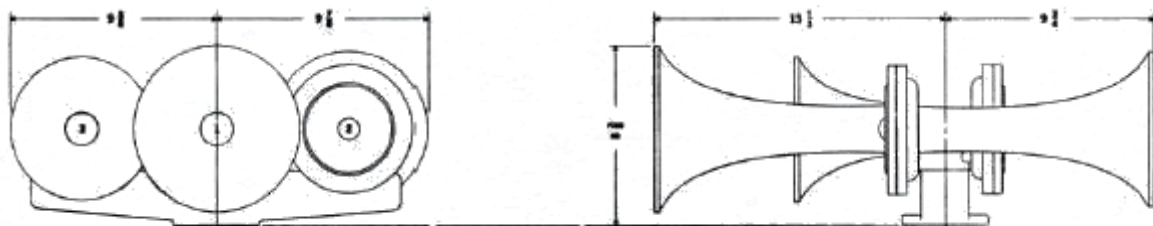


MODEL K-123

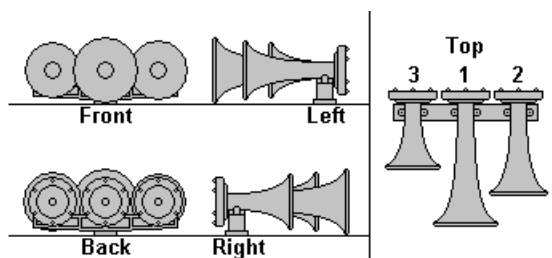
K-3L, K-3H – **K-3** mais recentes utilizando tanto os *manifolds* de perfil baixo (**K-3L**) quanto de perfil alto (**K-3H**), este possuindo um pequeno pescoço de cerca de 3" na parte inferior, introduzidos na década de 1970. Algumas **K-3H** distribuídas pela **Holden** entre 1957 e 1969 tinham *caps* ajustáveis, com parafusos no centro, para ajustar a pressão do diafragma.

K-3HL – introduzidas em 2010 e que lembra a **K-3HA**, para atender requisitos de altura (dB), com as cornetas #1, #2 e uma longa corneta #1L em lugar da #4ª, e um acorde *C diminished*. Foi utilizada pela *Union Pacific* para substituir a **K-3HA**, que não atendia requisitos de nível de ruído.

K-3LL – utiliza as cornetas 3L, 2L e 1L (D#, G# e C – acorde *G# major 2nd inversion*). Todos esses modelos **K-3**, **K-3L**, **K-3H** e **K-3LL** já não existiam mais por volta de 1955-1956.



K3LR2



Airchime K3L

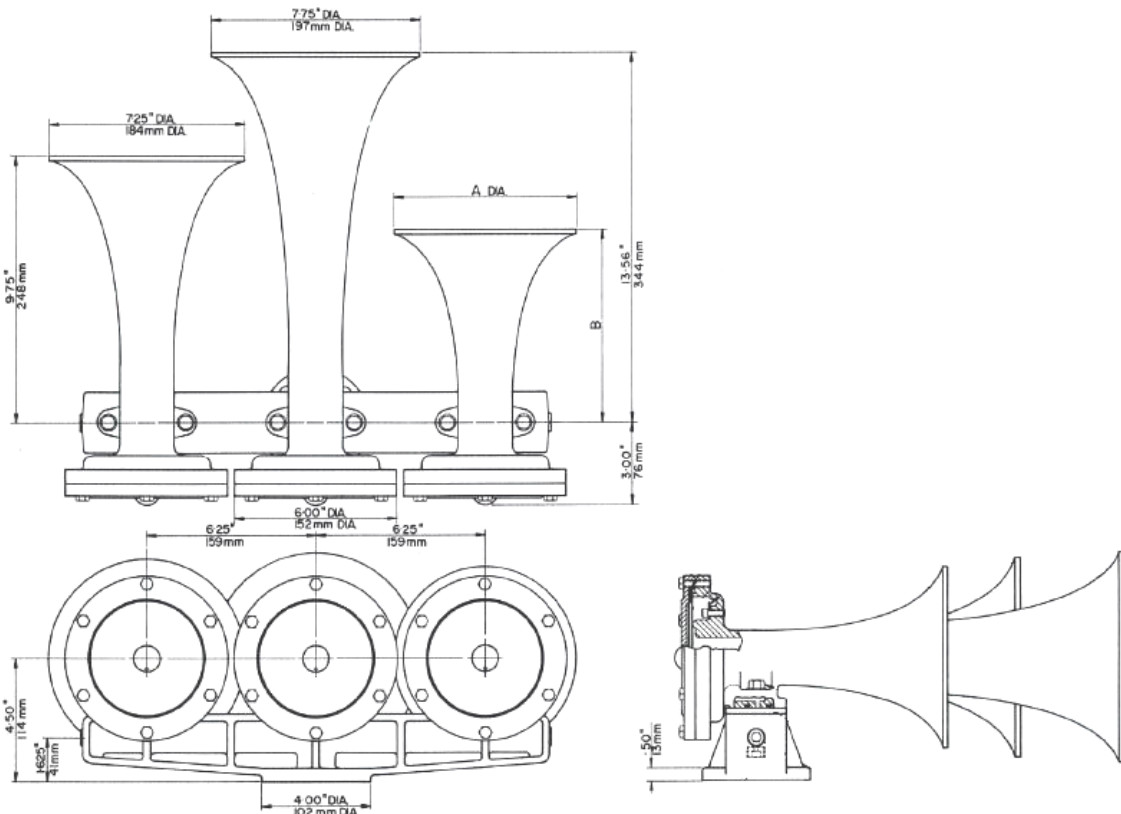
Copyright © 2006 by Michael Eby



K-3L, Low manifold



K-3L-CDF (*Conical Debris Filter*), com proteção cônica opcional contra fragmentos e neve

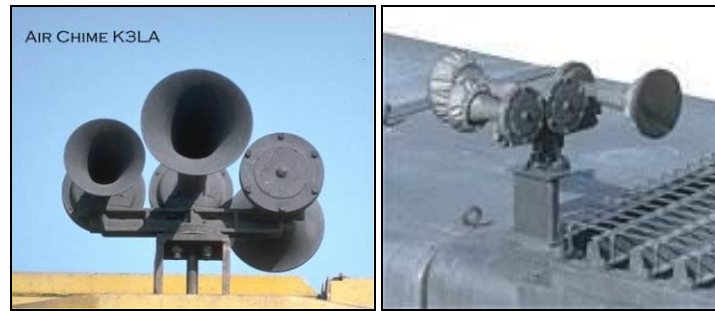


K-3L, *Low manifold*

K-3LA, K-3HA – introduzidas em 1977 como derivação das **K-5LA** e **K-5HA**, utilizam as cornetas #1, #2 e #4a. “L” significa “*Low profile manifold*”, ou *manifold* de perfil baixo, “H” significa “*High profile manifold*”, “A” significa “*American tuned*” (segundo **Sean Graham-White**, em artigo publicado na revista *CTC Board Railroads Illustrated*, significava *Amtrak*, pois as **K-5LA** foram desenvolvidas por Swanson, a pedido de Deane Ellsworth, para equipar as novas SDP40-F daquela ferrovia; como na época a Nathan decidiu oferecer a **K-5LA** à **EMD** para ser padrão em suas locomotivas, o significado deve ter mudado). A **K-3LA** foi a versão americana da canadense **K-3H**. Arranjos comuns são **K-3LAR2**, com a corneta #2 invertida, **K-3LAR4a**, com a #4a invertida, e **K-3HAR2**, com a corneta #2 invertida. Foram buzinas comuns na BNSF, na *Union Pacific* e nas locomotivas mais recentes da *Soo Line*.



K-3L (*Low manifold*), K-3H (*High manifold*), K-3LA (*Low manifold American-tuned*)

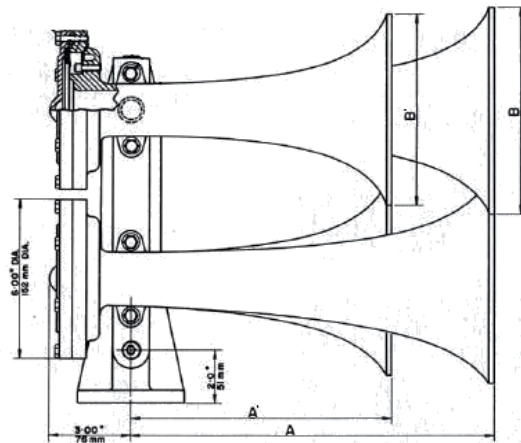
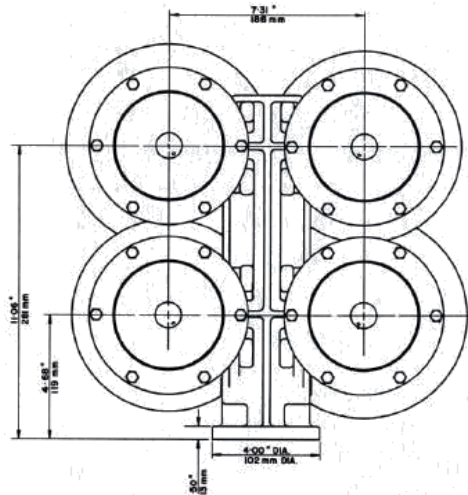


K-3LAR2 e K-3HAR2

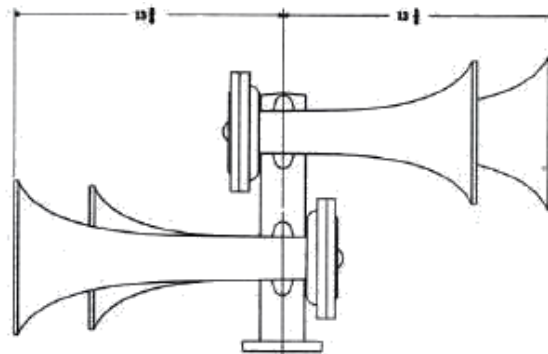
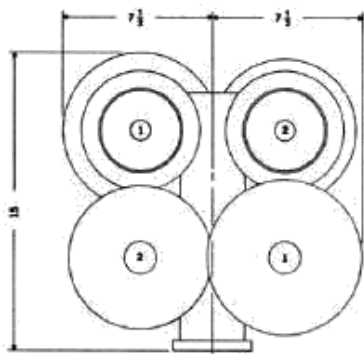
Four chime:

K-4 – possuem 4 cornetas, sendo 2 de cada tipo, disponível nas configurações **K-1212**, **K-12R12** e **K-2525**. A **K-2525** tinha entrada de ar de ½" NPT, consumo de 80 CFM, pressão de operação de 50-150 psi e peso de 24½ lb, audível a até 3 milhas.

A **AirChime** produziu também buzinas para uso industrial com 4 e 8 cornetas (séries K4 e KB4).



série K4

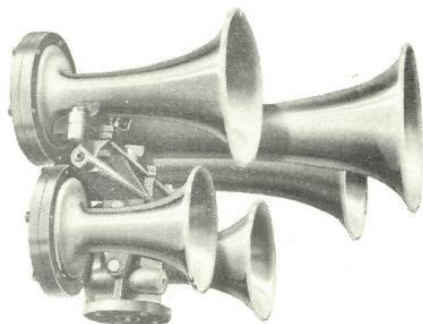


K12R12



Five chime:

K-5 – introduzida em 1954 como **K-12345** e utilizada inicialmente no Canadá (acorde denominado *Canadian minor chord*, D#, F#, A#, C, D# octave) ou *D# minor 6th*), e nos 1980s nos EUA. Possui as 5 cornetas K básicas #1 a #5 projetadas nos anos 1950, sendo 3 sobrepostas sobre as outras 2, ao contrário da configuração de 2 sobre 3 das **M-5** e **P-5**. O *manifold* era o de perfil alto.



MODEL K-12345

K-5H - a mesma **K-5**. “H” significava originalmente “*High-pitched*”, pois nenhuma das cornetas de nota baixa disponíveis foi utilizada. Mais tarde o “H” passou a significar “*High profile manifold*” ou *manifold* de perfil alto. A **K-5H** é descrita como uma buzina “mal resolvida” e “assombrada”. Foi utilizada pela *Norfolk Southern* (C39-8), pela CSX, e pela C&NW. A variação **K-5HR24** é uma **K-5H** com as cornetas #2 e #4 invertidas.



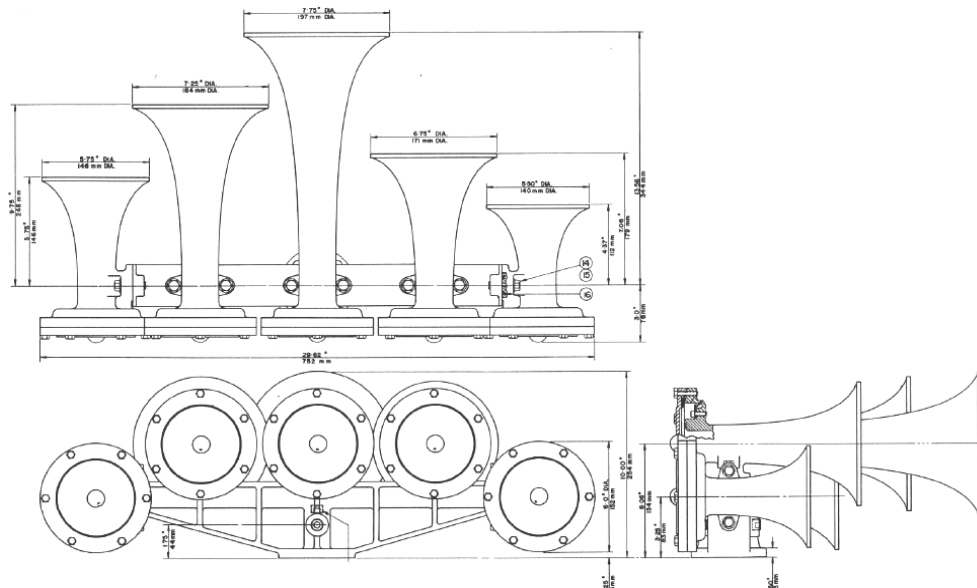
K5H e K5HR24

K-5HL – o “H” significa “*High profile manifold*” e o “L” significa “*Low-pitched*”, com o uso da corneta #1L em lugar da #5 da **K-5H**. Surgiu em 2004/2005 por força de regulamentação da *Federal Railroad Administration*, que especificou um nível máximo de ruído, e foi inicialmente utilizada nas locomotivas **GE**. Na prática, variações na produção resultaram em cornetas cujos acordes não estão nas especificações. Em particular, a maioria das **K-5HL** fabricadas antes de meados de 2007 soam diferentes das fabricadas após esta época. Uma variação é a **K-5HL-R2**.



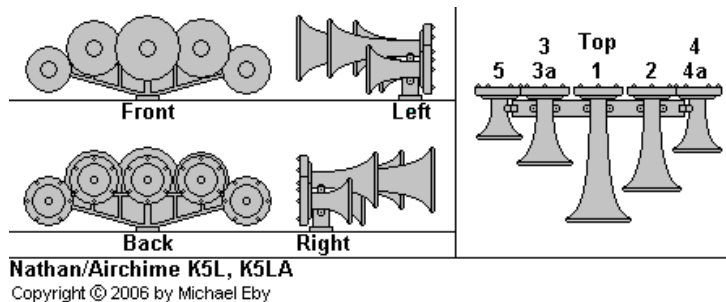
K-5HL

K-5L, K-5LL – a mesma buzina **K-5H**, porém montada num *Low profile manifold*, ou *manifold* de perfil baixo. Originalmente “L” significava uma *low tuning*, utilizando as cornetas 2L, 1L, 1, 2 e 3 (G#, C, D#, F#, A#, um G# major 7th). Já uma **K-5LL** (*extra low tuning*) utilizava as cornetas 3L, 2L, 1L, 1 e 2 ((D#, G#, C, D# and F#, um G# major 7th 2nd inversion).



série K-5 com manifold L

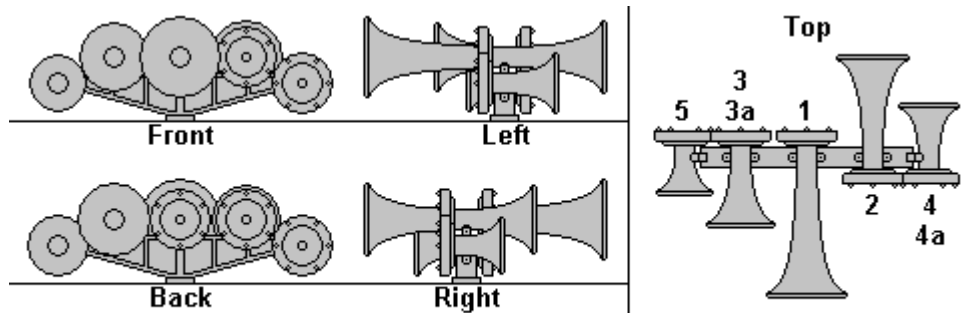
K-5LA – modelo de som bem alto surgido em 1977 por sugestão da *Amtrak* (onde na época trabalhavam **Dean Ellsworth** e **Robert Swanson**) para equipar suas novas SDP40-F, e utilizado também em outras locomotivas e ferrovias. A terceira corneta mudou de A# para G# e a quarta de C para B, ficando as cornetas #5, #3a, #1, #2 e #4a com um acorde *D# major 6th* (D#, F#, G#, B, D#). Algumas ferrovias de carga optaram por inverter algumas cornetas, sendo arranjos comuns **K-5LA-R24** com as #2 e #4a invertidas (algumas **SD70M** entregues em 2001 à UP) e **K-5LA-R23** com as #2 e #3a invertidas. A letra “A” significa “*American tuned*”, para diferenciá-la da canadense, e o “L” significa “*Low profile manifold*”. Algumas **K-5LA**, chamadas híbridas, foram fornecidas com a corneta original #3 e não a #3a, com resultado ficando entre a **K-5L** e a **K-5LA**. Ao final da década de 1980, era a buzina mais popular nos Estados Unidos. Encontrada em locomotivas NS, CSX, *Amtrak* e a maioria das locomotivas das linhas de passageiros regionais: F-40, Dash 8, P-32AC-DM, P-42, GP-40 etc.



K-5L e K-5LA

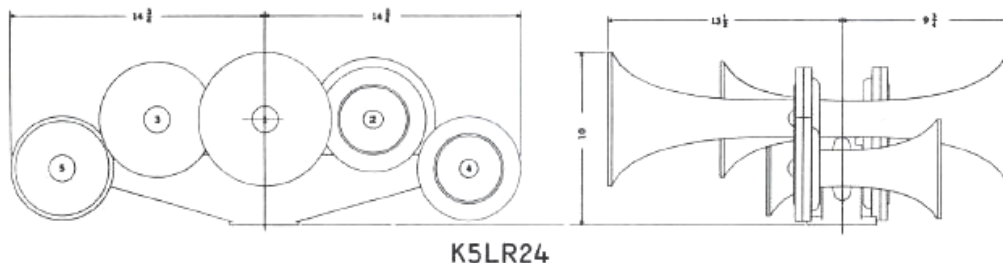


K-5LA-CDF (Conical Debris Filter)



Nathan/Airchime K5LR24, K5LAR24

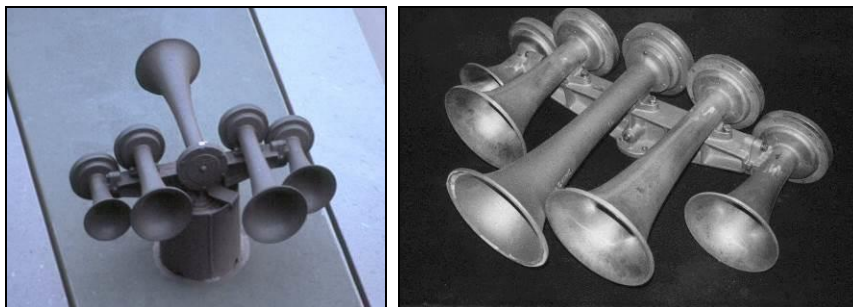
Copyright © 2006 by Michael Eby



K5LR24

K-5HA – a mesma buzina **K-5LA** montada num *manifold* de perfil alto, embora rara. Usada por exemplo nas B32-8 NS de 1989.

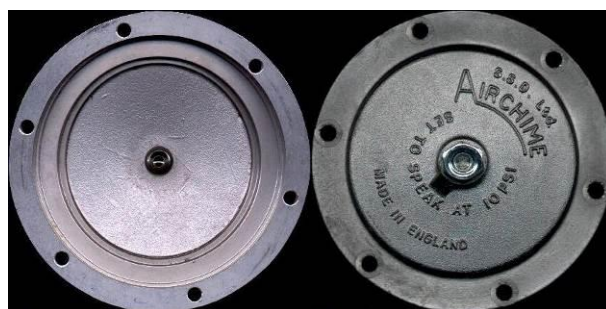
K-5LLA – a primeira letra “L” significa “*Low profile manifold*” e a segunda significa “*Low-pitched*”, pelo uso da corneta #1L em lugar da #5 da **K-5LA**. Surgiu em 2004/2005 por força de regulamentação da *Federal Railroad Administration*, que especificou um nível máximo de ruído, e foi inicialmente utilizada nas locomotivas **EMD** (ex. **SD70ACe**).



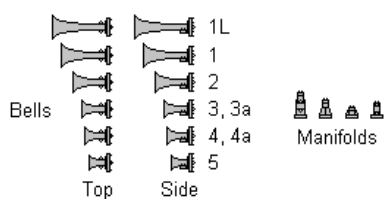
K-5LLAR1L e K-5LLA

K-5UL-AU-LS: buzina de acorde Australiano, fora dos padrões comuns, com frequências 270, 340, 370, 440 e 565 Hz (D4_b, E4, G4_b, A4, D5_b). “UL” = *Ultra Low profile*, “AU” = *AUstralian chord*, “LS” = *Loud/Soft mode* (2 *ports* para regulação da vazão de ar).

MK-5H – buzinas com os *caps* ajustáveis, fabricadas por apenas 1 ano, possibilitando um range de 2psi a 300psi. Logo em seguida uma nova versão de *caps* ajustáveis foi fabricada, sendo ambas muito raras.



caps ajustáveis (última versão)



	K3H
	K3L
	K3HR2
	K3LR2
	K3HA
	K3LA
	K3HAR2
	K3LAR2
	K5H
	K5HR24
	K5L, K5LA
	K5LR24, K5LAR24
	K5LR34, K5LAR34
	K5LLAR1

Nathan/Airchime K-series air horns

Copyright © 2008 by Michael Eby

Technical drawing of a horn antenna. The drawing shows a side view of the horn with dimensions labeled: A is the total length, B is the height of the flared end, and C is the height of the narrow end.

- (1) originalmente, existiam as cornetas #1L, #2L e #3L produzindo D#, G# e C, respectivamente 155, 208 e 261 Hz.
- (2) a frequência para C5 na escala temperada seria 523 Hz.
- (3) #5 *old* tinha maior diâmetro interno da garganta que a #5 e produzia um D.
- (4) cornetas "m" utilizadas na buzina Australiana
- (5) *African #5 bell*
- (6) Cornetas *American* surgidas em 1977
- (7) Cornetas para montagem vertical da KSV

série	modelo	afinação original	cornetas K													obs.	peso, lb
			1L C4	1V C4#	1 D4#	2L G3#	2V E4	2 F4#	3a G4#	3L A4	3 A4#	4a B4	4 C5	5 D5#	5H E5		
5 chime	K-5 (K-12345) (1954)	E♭ minor 6 th (D#, F#, A#, C, D# octave)			X			X			X		X	X		Canadian minor chord	
	K-5H (high pitched)	????														antiga	
	K-5H (K-5 high manifold) K-5HR24	E♭ minor 6 th (D#, F#, A#, C, D# octave) C minor 7 th			X			X			X		X	X		Canadian minor chord manifold H	
	K-5L (low pitched)	G# major 9 th (G#, C, D#, F#, A#)	X		X	X		X			X					antiga	
	K-5L (K-5 low manifold) K-5L-R24	E ♭ minor 6 th (D#, F#, A#, C, D# octave)			X			X			X		X	X		Canadian minor chord manifold L	
	K-5LL (extra low tuning)	G# major 7 th 2 nd inversion (D#, G#, C, D#, F#)	X		X	X		X		X							
	K-5HL (K-5H low pitched) (2004)	C minor 7 th flat 5 th (C, D#, F#, A#, C)	X		X			X			X		X			manifold H	
	K-5HL-R2	C minor 7 th flat 5 th (C, D#, F#, A#, C)	X		X			X			X		X			GE Evolution	
	K-5LA (K-5L American tuned) (1977) K-5LA-R24 K-5LA-R23	B major 6 th 1 st inversion (D#, F#, G#, B, D# octave)			X			X	X			X		X		manifold L SD70M UP	
	K-5LA híbrida	B major 7 th 1 st inversion (D#, F#, A#, B, D# octave)			X			X			X	X		X			
	K-5LLA (K-5L low pitched) (1977) K-5LLA-R1L	 (C, D#, F#, G#, B)	X		X			X	X			X				manifold L SD-70ACe	
	K-5HA (K-5H American tuned)	B major 6 th 1 st inversion (D#, F#, G#, B, D# octave)			X			X	X			X		X		manifold H	
	K-5UL-AU-LS (Australian chord)	F# minor 7 th 2 nd inversion (D♭, E, G♭, A, D♭)														manifold ultra low, Loud/Soft modes	
	K-5LL-WOB	C minor 7 th flat 5 th (C, D#, F#, A#, C)	X		X			X			X		X			Kit da K-5HL sem manifold	
4 chime	K-1212	Minor 3 rd interval (D#, F#)			XX			XX									26
	K-12R12																
	K2525	Major 6 th interval (F#, D#)						XX						XX			24
3 chime	K-3 (K-123) (1954)	D# minor (D#, F#, A#)			X			X			X					manifold J	
	K-3L (low pitched)	G# major (C, G#, D#)	X		X	X											
	K-3L (K-3 low manifold) K-3L-R2	D# minor (D#, F#, A#)			X			X			X					manifold L	21
	K-3H (high pitched)	????															
	K-3H (K-3 high manifold) K-3HR	D# minor (D#, F#, A#)			X			X			X					manifold H	
	K-3HL (2010)	C diminished (C, D#, F#)	X		X			X								manifold H AC6000, AC4400, SD9043MAC	
	K-3LL	G# major 2 nd inversion (C, G#, A)	X			X				X						manifold L	
	K-3LA (1977) K-3LA-R2	B major 1 st inversion (D#, F#, B)			X			X				X				manifold L	21
	K-3HA (1977) K-3HA-R2 K-3HA-R2-CDF	B major 1 st inversion (D#, F#, B)			X			X				X				manifold H UP típica (1)	
2 chime	K-2H	Minor 3 rd interval (D#, F#)			X			X									
	K-2H	Diminished 5 th interval (F#, C)						X					X			Cab cars Metrolink	
	K-2	Major 2 nd interval (F#, G#)						X	X							Caltrain, com manifold da K-5LA	
	K-12 K-1R2	Minor 3 rd interval (D#, F#)			X			X									14½
	K-13	Perfect 5 th interval (D#, A#)			X						X						
	K-13L	Diminished 5 th interval (D#, A)			X					X							
	K-13A	Perfect 4 th interval (D#, G#)			X				X								

	K-13B	Diminished 5 th interval (D#, A)	d5			X					X							
	K-14	Diminished 7 th interval (D#, C)	d7			X								X				
	K-14A	Minor 6 th interval (D#, B)	m6			X							X					
	K-25	Major 6 th interval (F#, D#)	M6						X						X			12
	K-25H	Minor 7 th interval (F#, E)	m7						X							X		
Single chime	K-1	D#	D#			X												7½
	K-2	F#	F#					X										6½
	K-3	A#	A#									X						6¼
	K-3L	A	A								X							
	K-3A	G#	G#						X									
	K-4	C	C											X				5¼
	K-4A	B	B										X					
	K-5	D#	D#												X			5
	K-5H	E	E													X		
	KS-1L	C4	C4	X														
	KS-2	F4#	F4#					X										
	KS-3A	G4#	G4#						X									
	KS-3	A4#	A4#									X						
	KS-4A	B4	B4										X					
	KS-4	C5	C5											X				
	KS-5	D5#	D5#												X			
	KSV-1	C4#			X													
	KSV-2	E4						X										
Single chime	K-2M	F#	F#						X								Métrica	6½
	K-5M	E	E													X	Métrica	5

(1) CDF: Conical Debris Filter

4.1.8 Série C (**Cars?**)

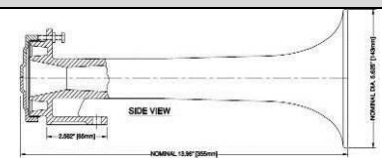
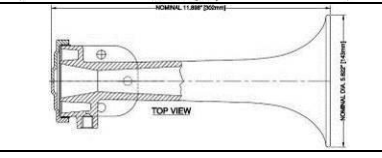
C-5A-CWP – buzina projetada para ser utilizada em aplicações de ultra baixo espaço, como os carros *bilevel* da *Virginia Railway Express*. Cornetas 1 a 5. CWP significa *Comes With Plate* (montada numa placa).



CA – corneta simples em aço de frequência 745 Hz, comprimento 91 mm e diâmetro 102 mm.

CS - destinada a trens urbanos, consiste em buzinas de uma corneta em alumínio fundido, disponíveis nas frequências 311, 370 e 622 Hz. Operam entre 1,5 e 9 bar.



corneta CS		afinação	frequência	dimensões	
				comprimento total	diâmetro nominal (boca)
1		D4# ou E4 _b	311	355 mm	143 mm
2		F4# ou G4 _b	370 ± 4%	302 mm	143 mm
3		G4	400		
4		B4 _b	470		
5		D5#	622		
?			745		

série		modelo	afinação original	cornetas					Obs.	peso, kg
				1 E4 ♭	2 G4 ♭	3 G4	4 D5#	5 D5#		
C	5 tons	C-5A-CWP	????	X	X	X	X	X	(2)	
	3 tons	K-3H-HDC-115-AB-CDF	E♭ minor (E4♭, G4♭, B4♭)	X	X				(1)	
	2 tons	K-13BH-CDF	Major 3 rd interval (E4♭, G4)	X		X				
	1 tom	CS-1	E4 ♭	X						1,1
		CS-2	G4 ♭		X					0,9
		CS-5	D5#					X		
		KJH-24	G4			X			Rapid transit	

(1) HDC: Heated Diaphragm Cap
CDF: Conical Debris Filter
CWP: Comes With Plate

- 0 -

Manifolds AirChime:

Single chime old: introduzido em 1955, tem 2 entradas de ar de 3/8" perpendiculares à buzina. As nervuras são inclinadas e alinhadas com a buzina. Ligeiramente mais alto que seu sucessor. *Part number 30117.*



Single chime new: surgiu no final dos anos 1980, com aparência mais robusta que o anterior. As nervuras são retas e alinhadas com a buzina. *Part number 39117.*



Dual chime old:

Dual chime new: introduzido em 1955, *part number 30124.* Arranjo das cornetas lateral.



Three chime old: possui 2 entradas de ar de 3/8", introduzido em 1954, *part number* 30116. Utilizado nas **K-3** primitivas. Também chamado de *manifold* piramidal e *manifold* J. Arranjo das cornetas 1 no topo e 2 embaixo nas laterais.

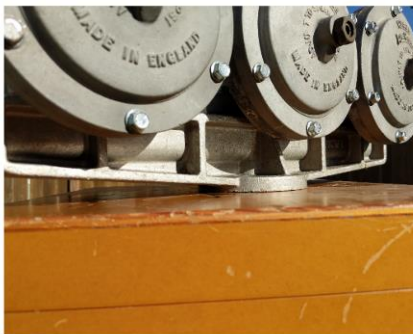


Réplica feita em CNC por Ben Renard

Three chime snowplow: idêntico ao anterior, introduzido também em 1954, porém com uma única entrada de ar na lateral, utilizado na **J-3** dos limpa-neve canadenses. *Part number 30116-J*. Também chamado de *manifold* piramidal e *manifold J*.



Three chime low: na realidade há 3 versões deste, 1 da AirChime mostrado na foto, introduzido em meados de 1970 junto com o de perfil baixo da K-5, e 2 da Nathan, este com *part number 30126L*. Utilizado nas **K-3L**. Arranjo das cornetas 3 alinhadas no topo.



Three chime high: possui 2 entradas de ar de 3/8" perpendiculares às cornetas e perto da base. Introduzido em 1957, *part number 30126*. Arranjo das cornetas 3 alinhadas no topo.



Four chime: um dos *manifolds* raros da **AirChime**, e que não foi desenvolvido para ferrovias e sim para uso industrial, talvez pelo perfil alto. Introduzidos no final dos anos 1970, *part number* 30128. Arranjo das cornetas 2 a 2 nas laterais.



Five chime low: introduzido em 1977 com a **K-5LA**, as primeiras versões tinham grandes **PATENT PENDING** entre as cornetas 1 e 2. *Part number* 30115L. Os posteriores a 1980 tinham o *part number* gravado de cabeça para baixo. Arranjo das cornetas 5 alinhadas no topo.



Five chime high: um dos 4 *manifolds* originais oferecidos pela AirChime, introduzido em 1954. As entradas de ar são paralelas às cornetas, em vez de perpendiculares. *Part number* 30115. Os mais recentes incluem um rasgo para alinhamento nas locomotivas GE Evolution. Arranjo das cornetas 3 no topo sobre 2 nas laterais.



- 0 -

4.2 NATHAN MANUFACTURING, INC.

<http://www.microprecisiongroup.com/nathan-airchime>

A **Nathan Manufacturing Company** foi fundada em 1864 nos EUA e foi um grande fabricante de componentes para locomotivas a vapor. Em 1950 foi comprada pela **Wegner Machinery Corporation** e obteve licença de **Robert Swanson**, da **Airchime**, para fabricar suas buzinas a ar para o mercado norte-americano, começando a fabricá-las em 1954. Na década de 1970 tornou-se **Nathan Manufacturing Division** da **Windham Machine Co., Inc.**, empresa que operou uma fábrica produtos de qualidade e precisão por 30 anos antes de tornar-se parte do grupo **Micro Precision LLC** em 2006, tornando-se 100% sua subsidiária. Passou a deter todos os direitos dos nomes e produtos **Nathan Airchime** no mundo todo.



MICRO PRECISION LLC



Algumas das buzinas fabricadas pela Nathan:

Séries	Modelo inicial	Introdução	Obs.	Substituta
M	<i>Modulated</i>	M-3 M-5	1954 nos EUA	<i>Old cast</i> (1950): base da corneta com alargamento circular <i>New cast</i> (1952): base da corneta com alargamento tipo concha (<i>scallop base</i>) e maiores orifícios nos diafragmas -> mais barulhentas
P	<i>Pre-set pitch</i>	P-3 (P-124) P-5 (P-12345)	1953	Melhoramento da série T, nunca produzida pela AirChime
K	<i>Kettle drum</i>	K-3 (K-123) K-5 (K-12345)	1954	Ver tópico da AirChime Subséries: KJ - Parar trens urbanos KJH - <i>Single tone</i> para trens urbanos KS - K <i>Single tone</i> KSV - K <i>Single tone</i>, <i>Vertical mounted</i>, cornetas em ângulo montadas na vertical, para instalação próxima aos trilhos

4.2.1 Série M (*Modulated*)

Desenvolvida pela **AirChime** em 1950 e fabricada sob licença pela **Nathan** a partir de 1954. Ver tópico da **AirChime**.

4.2.2 Série P (Pre-set pitch)

Em 1952/1953, a buzina T foi melhorada para utilização em locomotivas, originando a série P. **Swanson** nunca gostou da série P e vendeu os direitos para a **Nathan**, nunca tendo a **Airchime** produzido a série P. A série P foi projetada para ser mais fácil de reparar e de menor manutenção do que a série M, pois tinha o mesmo diafragma para todas as cornetas, prática que a **Leslie** utiliza até hoje. Além das partes internas comuns na série P, as cornetas podem ser montadas em qualquer posição no *manifold*, e qualquer uma pode ser invertida. As cornetas não precisam ser afinadas e não têm partes metálicas móveis em contato direto, reduzindo o desgaste.

As cornetas são curtas e largas, enquanto as M são longas e esguias. Os entusiastas atribuem-lhes 3 gerações, devido às diferenças de sons produzidas ao longo dos anos:

1ª geração (1953-????): utilizava os discos do diafragma de fósforo-bronze e o orifício se abria num furo bastante largo e oval para a câmara interna. Têm um som rico e melódico, como de um órgão. Podem ser identificadas pela marca de fundição "PAT. PENDING" no lado esquerdo das cornetas, que possuíam originalmente a afinação C#, E, G, A e C# para as cornetas #1 a #5 respectivamente. As P3 vinham no mesmo *manifold* das P5, com as duas posições do topo tamponadas, mas mais tarde a **Nathan** passou a produzir um dedicado para a P3, ainda hoje oferecido. **Deane Ellsworth**, da *Amtrak*, pediu uma corneta #4 especial com afinação A#, surgindo a corneta #4A. A *Amtrak* também solicitou uma corneta com afinação A (220 Hz), surgindo a #0.

2ª geração (????-1977): utilizava diafragmas de aço inoxidável e o furo para a câmara interna era redondo, causando leves mudanças no som.

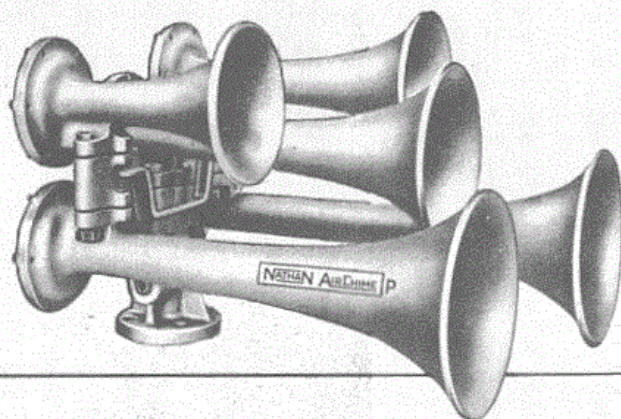
3ª geração (1977-atual): os fundidos foram modificados e as buzinas ganharam um som completamente novo, e a marca de fundição inscrita passou a ser "PAT. PEND.", no lado esquerdo da buzina, logo acima do *bolthole*. O som mudou e passou a ser levemente distorcido. Esta é considerada a terceira geração, na qual as cornetas #1, #2 e #3 tem uma frequência um pouco maior, e a #5 um pouco menor, resultando nas afinações D, F, G#, A e C para as cornetas 1, 2, 3, 4 a 5 respectivamente, não considerado um acorde. Eram fundidas em moldes de areia, assim como os primeiros modelos da série K. As cornetas #0 e #4A não tiveram mudanças, mas as outras tiveram, permanecendo somente a #4 com a mesma afinação original.

No final da década de 1970 a **Nathan** introduziu também os *manifolds* de perfil baixo, inicialmente para a *Southern Railway* (3 e 5 tons) e *Amtrak* (5 tons). Atualmente, todas as cornetas são de alumínio fundido em molde de areia.

Todas as buzinas da série P têm as tampas dos diafragmas (*caps*) fixas, não requerendo qualquer ajuste. Operam a qualquer pressão entre 30 e 150 psig (2 a 10 bar), com máxima eficiência e altura (pressão sonora) na faixa de 100 a 150 psig (7 a 10 bar). Quando fornecidas para pressão de operação abaixo de 50 psig (3,4 bar), possuem o orifício de entrada maior para manter a pressão sonora a baixas pressões de ar.

NATHAN

presents the **NEW** improved...



type "P" AirChime

One piece bell and head.
Single disc floating diaphragm.
One size diaphragm for all horns.
One manifold for all chime whistles.
Fewer parts—No adjustments.
Light weight.

One to five chime combinations, selected from six horns, to suit your needs.
Any horn or group of horns can be reversed.
All outside bolts for horn mounting.
Controlled modulation for critical areas.

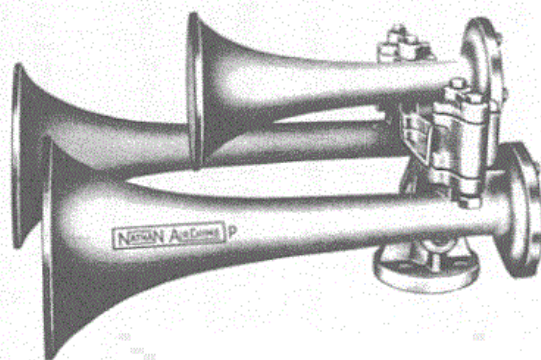
Maximum audibility for signalling at greater distances.
Lower air consumption than other horns.
Long life floating diaphragm, contacts no metal.
Reliable operation in all kinds of weather.
Long wearing, sturdy construction.

Nathan Manufacturing Corp., pioneer and leader in the multi-toned air whistle, proudly present the new, improved Series "P" AirChime. Acceptance of the AirChime by customers and the public alike has led to over 7000 applications during a short period of three years and it has proven the most practical and satisfying type of signal!

Nathan's latest development, the result of engineering skill and experience, brings you stronger, clearer tones with a lower air consumption than other comparable horns. Nathan AirChimes give you increased performance at lower initial cost as well as continued economy of operation. Performance is matched with simplified construction to reduce maintenance, eliminate adjustments, lengthen life and increase utility—still preserving the warning yet pleasing sound of the old steam whistle!

SPECIFICATIONS

Air consumption per horn	1 to 15 CFM (3 CFM general purpose)
Horn pitch and cycles per second	
#0	A nat. 220 CPS
1	C sharp 277
2	E nat. 329
3	G nat. 392
4	A nat. 440
5	C sharp 554
Operating pressure:	
Maximum	Horns can be furnished to provide maximum loudness at any pressure between 20 and 200 PSI.
Minimum	10 PSI
Audibility:	
	At maximum loudness, useful audibility at more than 3 miles.
	At minimum loudness (max. modulation) audibility limited to less than 1/2 mile.
	Choice of tones and combinations provide maximum contrast with interfering ground noises.



*Models P-12345 and P-124 specially desirable for railroad use.
Available in materials to suit special conditions.
Models for marine and industrial use also available.*

NATHAN MANUFACTURING CORPORATION
Manufacturers of AirChime Whistles, Glo-Rod Gauges and Lubrication System
Subsidiary of **WEGNER MACHINERY CORPORATION**
35-41 Eleventh Street, Long Island City 6, New York

Single tone:

P-0 a P-5 - modelos de uma só corneta, disponível nas frequências de 220 a 554 Hz. Rebatizados como **P-0A a P-5A**.



P-1

2 tone:

Qualquer buzina de 2 acordes da série P. Vários tipos utilizaram as cornetas #1 e #2, ou #2 e #3. Até a década de 1990 a maioria das **P-XX** utilizava o *manifold* da **P-5** com 3 aberturas bloqueadas. Nessa época surgiu uma **P-XX** mais compacta, utilizando um fino *manifold* com uma corneta de cada lado. Atualmente não são mais fabricadas. Adequava-se bem a trens urbanos e foi utilizada também nas Alco C628 da *Lehigh Valley*.

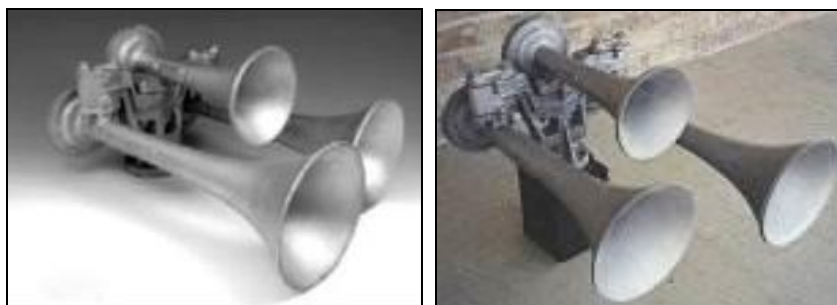


P-2 ou P-12

3 tone:

P-3 (antiga) – **P-3** é abreviatura para **P-124**. Produzida originalmente em 1952 como derivação da **P-5**. Tinha cornetas #1, #2 e #4 e um acorde A maior, o mesmo da **M-3**. Utilizava o mesmo *manifold* da **P-5** com 2 das aberturas bloqueadas, mas em 1960 a **Nathan** introduziu um *manifold* de perfil baixo para a **P-3**, em substituição ao *manifold* da **P-5**. Essa configuração foi utilizada pela *Southern Railway*. As primeiras **P-3** foram utilizadas nas locomotivas diesel da *Illinois Central* e da *Southern Pacific*.

P-3 (moderna) – não tem um som tão rico. É montada numa base tipo águia e as cornetas podem ser invertidas. Disponível nas frequências de 220 a 554 Hz.



P3 ou P124 moderna

P-24R1 – variação da **P-3** com a corneta #1 invertida.



P24R1

4 tone:

Qualquer buzina da série P com 4 cornetas.

5 tone:

P-5 (antiga) – também conhecida como **P-12345**; possui som incrivelmente melódico com as cornetas de #1 a #5. As primeiras **P-5** foram utilizadas nas locomotivas diesel de passageiros da *Illinois Central*, da *Rock Island* e da *Southern Pacific*. Utilizada por exemplo nas GP-38-2 da *Conrail*.

P-5 (moderna) – tem o famoso “pio” antes de soprar. As cornetas podem ser invertidas e as frequências podem variar de 220 a 554 Hz. Disponível com a base tipo águia ou baixa.



P5 moderna



P-5 de 3ª geração (D, F, G#, A, C)

P-5R24 – arranjo mais comum da **P-5**, com as cornetas #2 e #4 invertidas.

P-01345 – variação da **P-5** muito pouco vendida, utilizando a grande corneta #0 em lugar da #2, com um acorde **A major dominant 7th** (C7).



P-135R24 e P-01345

P-5A –abreviatura para **P-1234A5**, uma buzina desenvolvida em 1975 com um novo *manifold* de perfil baixo, que mudou as 2 cornetas antes montadas sob o *manifold*, para as laterais. Para refletir tal mudança, às vezes é chamada informalmente de **P-5La**. Foi sugerida por **Deane Ellsworth**, que havia recentemente mudado da *Chessie* para a *Amtrak*, e queria encontrar uma buzina para substituir as Leslie **SL-4T** utilizadas nas locomotivas SDP40F. Utilizam a corneta especial #4a (a letra “a” significa *Amtrak*), afinada em A#, para produzir um agradável C# *diminished chord*, o mesmo acorde que **Swanson** tinha em mente originalmente para a **M-5**. Foram utilizadas nas primeiras F40 (200 a 229) da *Amtrak*.



P-5a ou PL5a ou P-1234a5 ou P-1234a5L

P-01235 - versão desenvolvida em 1974 por sugestão de **Don Tead**, também da *Amtrak*, possuía as cornetas #0, #1, #2, #3 e #5 e um som bem distinto. Utiliza também o *manifold* de perfil baixo. Não se conhece abreviatura para esta buzina. Foi utilizada somente em 2 pedidos da *Amtrak*, nas locomotivas GE E60CP e E60CH. A corneta #0 é uma oitava abaixo da corneta #4, a qual substituiu.



P-01235

Customizadas:



P-5M de Ed Kaspriske, criada utilizando um *manifold* “asa de gaivota”, #1 de 1ª geração (C#), #2 de 2ª geração (F), #3 de 3ª geração (G#), #4a adquirida da Nathan (A#) e #5 de 1ª geração (C#)



P-7X de Ed Kaspriske, uma P-5 de 1ª geração (C#, E, G, A, C#) à qual foram adicionadas uma #0 (*low A*) adquirida da Nathan, uma #5 de 3ª geração encurtada em 1/4" para soar E alto, alargada a sede do diafragma de uma #3 para soar F#, e o *manifold* modificado para receber as 2 cornetas adicionais, com acorde final A, C#, E, F#, A, C#, E.

Cornetas P série antiga (old cast) (1ª e 2ª gerações, 1953 a 1977):

corneta	modelo	afinação	frequência	comprimento total		Ø boca in	obs.
				in	mm		
0	P0	A3	220,0	22 11/16"	576	6 ¾"	especial para Amtrak
1	P1	C4#	277,18	18 27/32"	479	6 ¾"	
2	P2	E4	329,6	16 ½"	419	6 ¾"	
3	P3	G4	391,9	13 ¾"	349	6 ¾"	
4	P4	A4	440,0	11 11/16"	297	5 ½"	
4a		A4#	466,20	11 ¼"			especial para Amtrak
5	P5	C5#	554,3	8 29/32"	221	5 ¼"	

Fonte:

- modelos, comprimentos e diâmetros do desenho WH-5401 de 15/Mar/1953
- modelos se referem às *single airchime horns* com pedestal (base "quadrada")
- no comprimento total não está incluída a altura dos parafusos do cap

série	modelo	afinação original		cornetas P							obs.
				0 A3	1 C4#	2 E4	3 G4	4 A4	4A A4#	5 C5#	
5 tone WH-5405	P12345 (P5) P135R24	A major dominant 7 th first inversion (C#, E, G, A, C#)	A7/C#		X	X	X	X		X	GP38-2
	P01345 P014R35	A major dominant 7 th (A, C#, G, A, C#)		X	X		X	X		X	
	P-5a ou P1234a5	C# diminished 7 th (C#, E, G, A#, C#)	C#dim7		X	X	X		X	X	F40PH (200-229), P30CH e Turboliners da Amtrak, Chicago commuter Metra
	P01235	A major dominant 7 th (A, C#, E, G, C#)	A7	X	X	X	X			X	E60CP e E60CH da Amtrak
4 tone WH-5404	P1245 P14R25	A major 1 st inversion (C#, E, A, C#)	A/C#		X	X		X		X	Montada no manifold de 5
	P1234 P14R23	A dominant 7 th 1 st inversion (C#, E, G, A)	A7/C#		X	X	X	X			Montada no manifold de 5
3 tone WH-5403	P124 (P3) P142 P14R2 P24R1	A Major 1 st inversion (C#, E, A)	A/C#		X	X		X			Montada no manifold de 5
2 tone WH-5402	P35 P3R5	Augmented 4 th (G, C#)	A4				X			X	Montada no manifold de 5
	P12 P1R2	Minor 3 rd (C#, E)	m3		X	X					Montada no manifold de 5 Raramente usada em locomotivas, mas usada nas Budd RDC da B&M
	P2R3	Minor 3 rd (E, G)	m3			X	X				Montada no manifold de 5
	P24	Perfect 4 th (E, A)	P4			X		X			Montada no manifold de 5 Raramente usada em locomotivas, mas usada nas Budd RDC da B&M
Single tone WH-5435	P0A	A3	A3	X							
	P1A	C4#	C4#		X						
	P2A	E4	E4			X					
	P3A	G4	G4				X				
	P4A	A4	A4					X			
	P5A	C5#	C5#							X	

Obs.:

- a P12345 foi oferecida com *manifolds* de perfil alto (3 sobre 2) e de perfil baixo (2 sobre 3)
- a P142 foi oferecida em *manifold* de 3

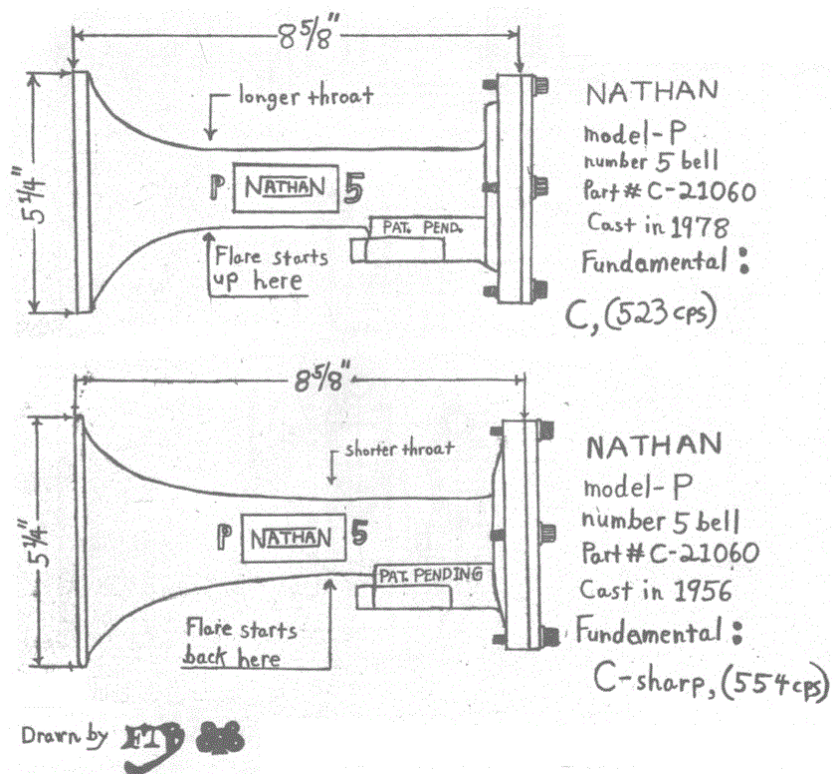
Cornetas P série nova (new cast) (3ª geração, 1977 em diante):

corneta P	afinação	freqüência	Comprimento in	Ø boca in	obs.
0n	A3	220	21 7/16"		
1n*	C4#	277			*
1n	D4	292	17 19/32"		
2n	F4	346	15 1/4"		
3n*	G4	392			*
3n	G4#	415	12 1/2"		
4n	A4	440	10 7/16"		
4An	A4#	466	10"		especial para a Amtrak
5n	C5	523	7 17/32"	5 ¼"	
5n*	C5#	554			*

Obs.:

- sufixo "n" indica *new-cast* (não é nomenclatura da Nathan)
- * indica afinação da série antiga, mas que aparece nas atuais Nathan

modelo		afinação original		cornetas P										obs.
				0n A3	1n* C4#	1n D4	2n F4	3n* G4	3n G4#	4n A4	4An A4#	5n C5	5n* C5#	
5 tons	P5	 (D, F, G#, A, C)				X	X		X	X		X		
	P5LAC	C# 6 th (C#, F, G#, A#, C#)	C#6		X		X		X		X		X	F40 Amtrak
	P-5M	C# 6 th (C#, F, G#, A#, C#)	C#6		X		X		X		X		X	P-5 modificada
3 tons	P3	D minor (D, F, A)	Dm			X	X			X				SD70M UP

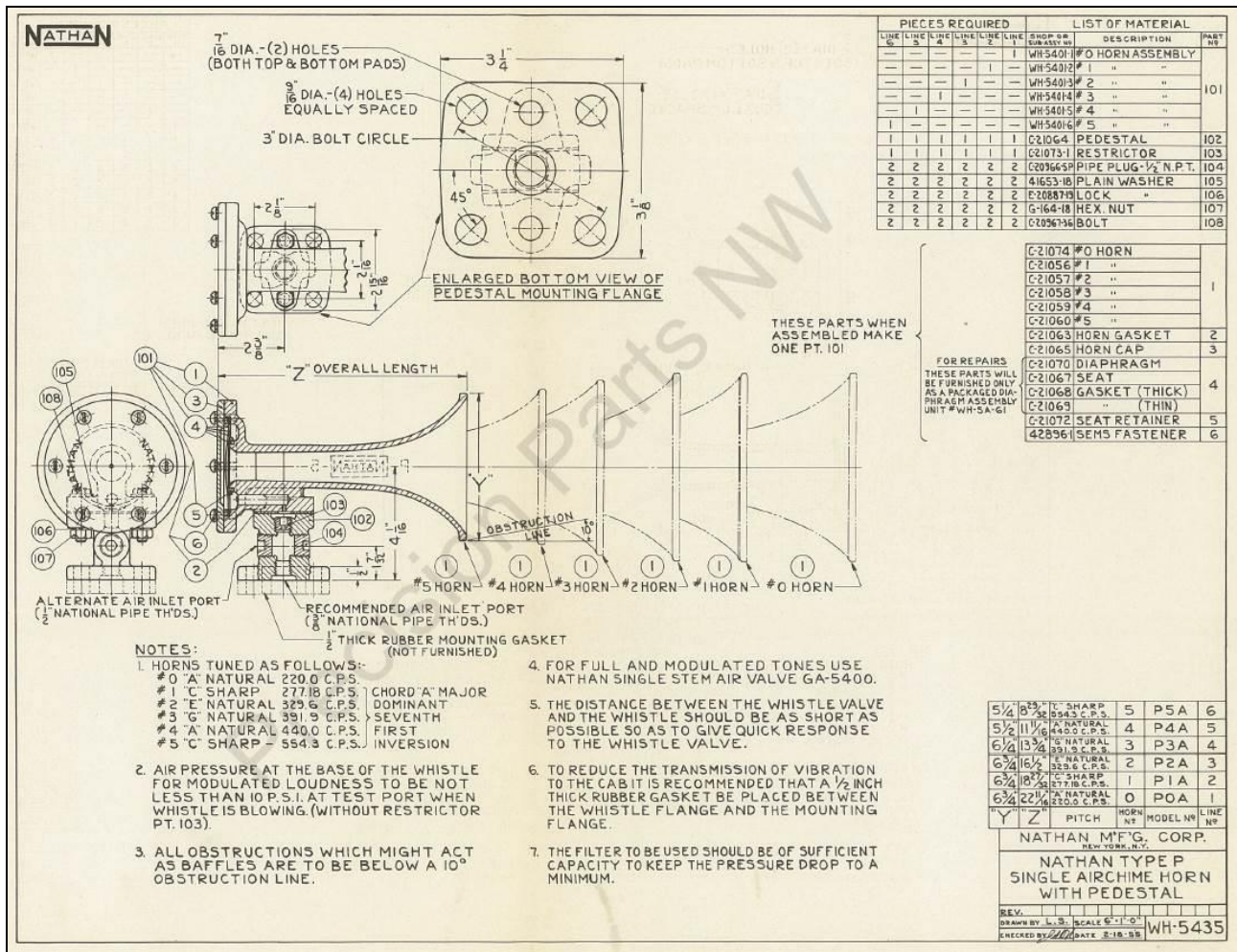


Comparação entre as cornetas das séries antigas e nova

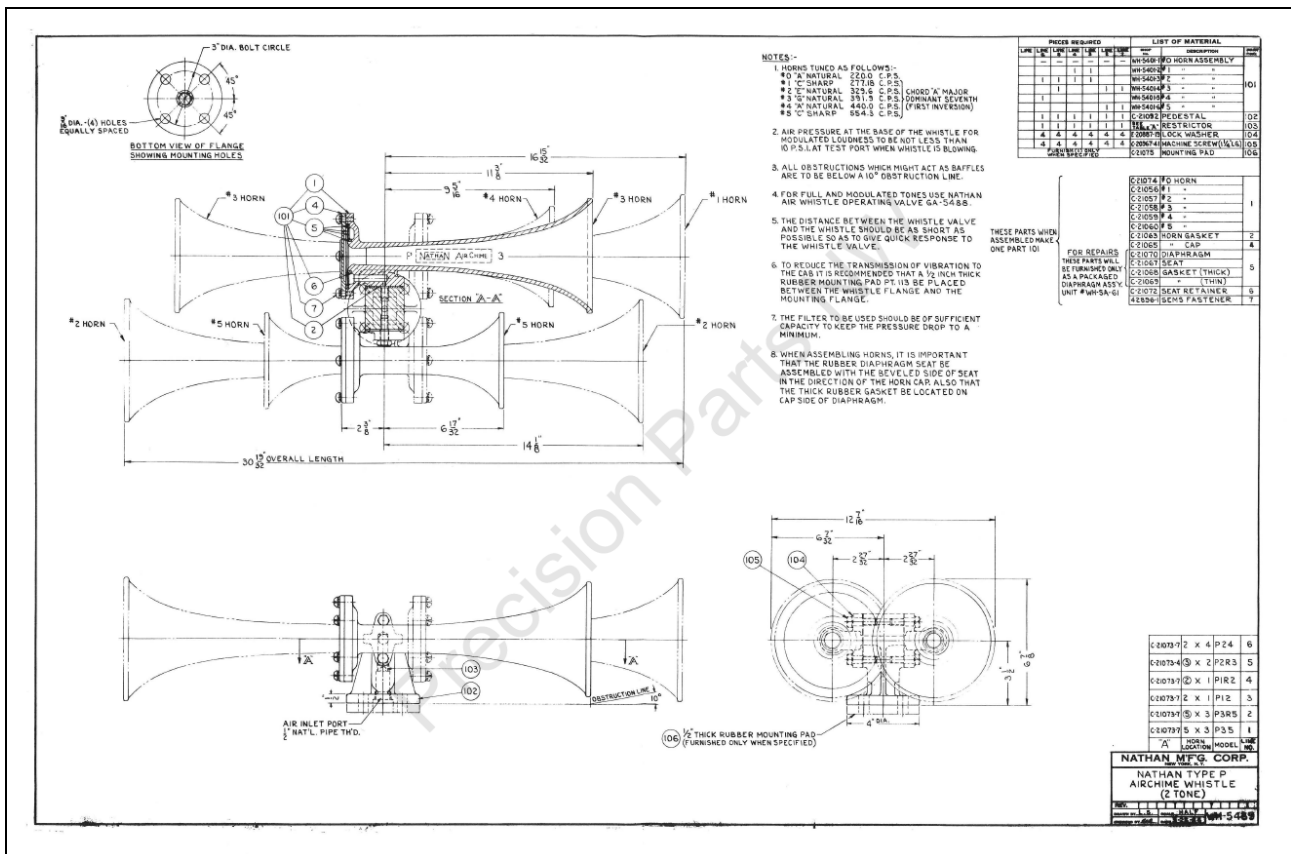
4.2.3 Série K – ver tópico da **Airchime**.

4.2.4 Manifolds Nathan:

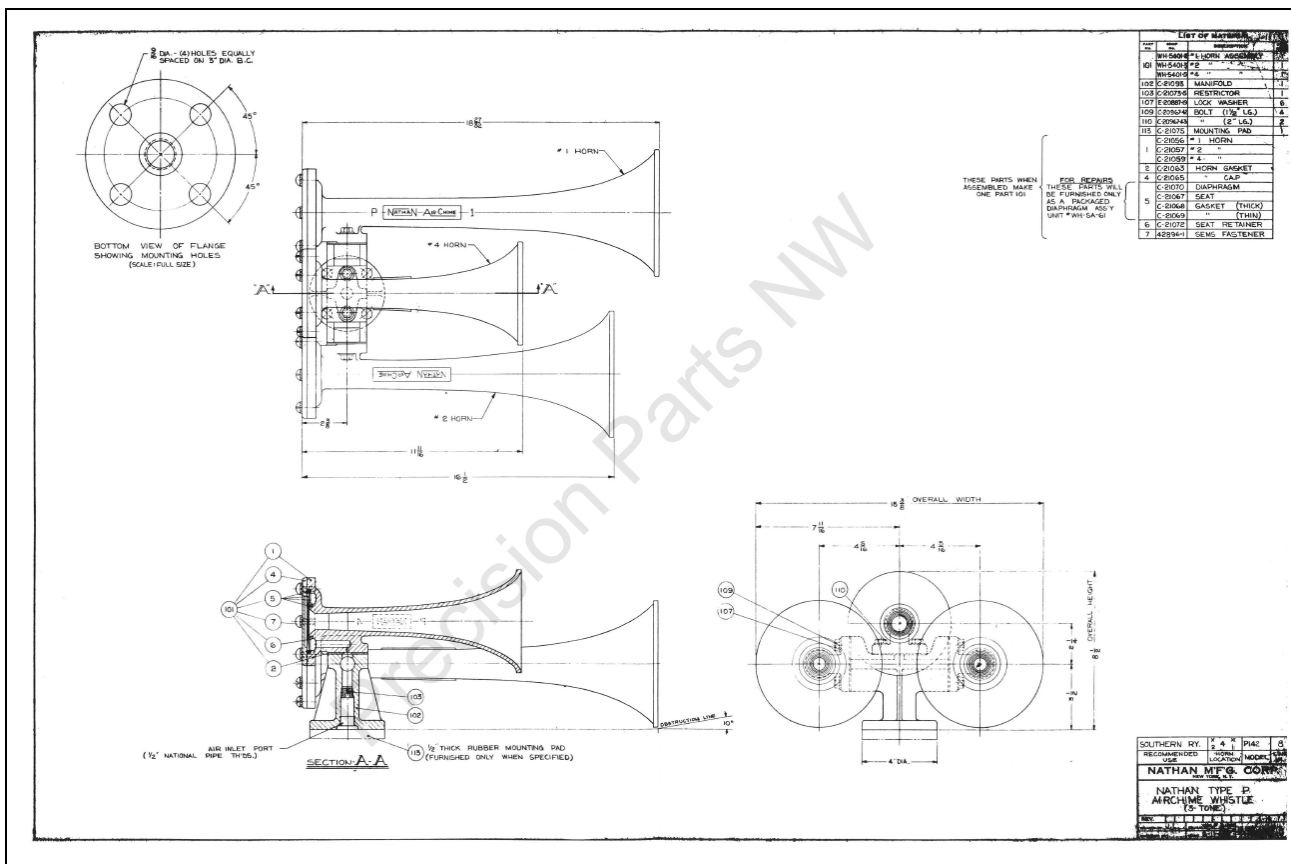
Single tone manifold:



2 tone manifold: introduzido por volta de 1990, com 2 saídas laterais.



3 tone manifold:



THE HOLDEN CO. LTD.

4.3 THE HOLDEN COMPANY, LIMITED

Ao contrário do que se imagina normalmente, a **Holden** não fabricou buzinas, foi apenas um distribuidor das buzinas e apitos da **Airchime Manufacturing Co.** no Canadá. Também fazia manutenção.



M-3H da Holden



K-3L da Holden



4.4 LESLIE CONTROLS, INC.

<http://www.lesliecontrols.com/Products/airwhistles.htm>

Por volta de 1905 a **Leslie Company**, fundada pelo canadense **John Leslie** no final do século XIX, operava uma fundição em Lyndhurst, New Jersey, fabricando válvulas de alívio e reguladores de pressão para vapor. A companhia iniciou fabricando limpa-neves rotativos a vapor para ferrovias. Durante as duas guerras mundiais, a **Leslie** forneceu equipamentos de controle de vapor para navios civis e militares. Na década de 1930, a **Leslie** comprou os direitos da série Tyfon e depois da SuperTyfon da sueca **Kockums Mekaniska Verkstad**, e começou a produzir buzinas a ar da série Tyfon em 1934. A atual **Kockum Sonics** ainda produz as buzinas Tyfon e SuperTyfon.



Em 1968, depois de expandir sua linha de produtos, a **Leslie** construiu uma nova fábrica em Parsippany, New Jersey. Em Parsippany a **Leslie** solidificou sua reputação de décadas fabricando produtos para os mercados militar e industrial, como o famoso regulador série Super G e válvulas de controle Classe DLO.



Em 1986 mudou-se novamente, para Tampa, Florida, com instalações de 150000 ft² (14000 m²). Em 1990 a **Leslie Controls, Inc.** foi comprada pela **Watts Industries, Inc.**, um dos maiores fabricantes mundiais de válvulas. O ano de 1994 marca a introdução da Aeroflow,



uma das mais inovativas e diversificada família de válvulas de controle no mundo. Em 1995 a **Leslie** adquiriu a **K&M Valve Company**, agregando produtos largamente reconhecidos à sua linha de Óleo e Gás e



Petroquímica. Em 1999 a **Watts** criou a **Circor International, Inc.**, separando o negócio de válvulas e controles relacionados a Óleo e Gás.

Em 1957 as câmaras originais de bronze foram abandonadas, dando lugar às câmaras de alumínio. Em 1966 as câmaras com *cap* plano foram abandonadas em favor dos *caps* em domo, novamente substituídos pelas câmaras com saliências da série RS em 1977.

A **Leslie** produziu também buzinas marítimas, como a mostrada na foto abaixo, das séries 300 (129Hz), 400 (87Hz) e 500.



Leslie Tyfon TA-575-DVE restaurada, pesando de mais de 1t, chamada *foghorn*; 575 refere-se ao diâmetro do diafragma em mm
Essa buzina foi produzida pela Kockums para o navio Queen Mary

Algumas das buzinas fabricadas pela Leslie:

Séries	Modelo inicial	Introdução	Obs.	Substituta
A	Tyfon	A-75 LLRR / LRR / HHRR A-125 MRR / HRR A-200 LRR	1934	Cornetas de comprimento moderado e bem curvadas na boca, cada uma com sua própria base Câmara de potência e base fundidas juntas, e separadas da corneta, aparafusada na câmara/base Várias alterações da designação ao longo do tempo: A-125-M RR -> A-125-LL -> A-125-206 <i>Chime-tones</i> foram fabricadas a partir de 1949, utilizando as várias single-tones aparafusadas em um <i>manifold</i> comum e suas extensões
S	Supertyfon	S-5A S-5AR S-5D S-5DR S-3E S-3J	1951	Cornetas mais longas e mais curvadas que as das Tyfons 1ª geração (1951-1952): câmaras e diafragmas do mesmo tamanho para todas as cornetas; cornetas numeradas com 3 dígitos sendo as #247, #277, #311 e #370 fundidas em 2 peças (até 1960s); câmaras de bronze fundido com 6 protuberâncias (<i>tab-back</i>) e estojos para fixação no <i>manifold</i>; diafragmas de 2 peças 2ª geração (1952-1955): estojos substituídos por parafusos; cornetas numeradas com 2 dígitos sendo as #25, #31 e #37 fundidas em 2 peças, e desaparecendo as #277, #330 e #392 3ª geração: (1955): os bocais passaram a ser usinados separadamente e rosqueados nas cabeças das câmaras 4ª geração (1955-1956): câmaras integrais com bocais usinados junto com o restante 5ª geração (1957-1958): substituição das câmaras de bronze por Alumínio 6ª geração (1958-1965): os parafusos de fixação do <i>cap</i> na câmara se tornaram passantes 7ª geração (1965-1977): novas câmaras totalmente circulares (<i>dome-back</i> ou <i>round-back</i>)
RS	Supertyfon		1977	Câmaras com uma protuberância no <i>cap</i> (<i>spike-back</i>); diafragma com apenas 1 disco de aço inoxidável 1ª geração (1977-): marcas de fundição "<i>Patent Pending</i>" e "<i>Parsipanny, NJ</i>" 2ª geração (-1986): marcas de fundição "numero da patente" e "<i>Parsipanny, NJ</i>" 3ª geração (1986-): marcas de fundição "numero da patente" e "<i>Tampa, FL</i>"

4.4.1 Série A ou Tyfon (*single-tone* e *chime-tone*)

Em 1925 a Leslie começou a desenvolver as buzinas *type A*. Lançada em 1934, a série **A**, também conhecida como série Tyfon, tinha buzinas de diferentes tamanhos. As **A-200** e **A-125** foram preferidas pela EMD às **Westinghouse E-2** e **A-2**, respectivamente similares. Todas as buzinas da série eram de uma nota só e de poucas partes, constituindo-se da corneta, do *cap* aparafusado na traseira, e um diafragma simples ou de várias lâminas. A câmara de som e a base eram fundidas separadamente da corneta, porém muitas das existentes têm soldado o pino utilizado para evitar que a corneta se desparafuse da base, quando não a junta toda soldada. As cornetas eram de comprimento moderado e bem curvadas nas bocas, cada uma com seu próprio suporte. Os *caps* eram planos, mas com 4 saliências em meia lua no perímetro.

4.4.1.1 Tyfon *Single tone*

Por volta de 1950 foi desenvolvida uma designação para as buzinas de nota simples no formato **X-NNN-MMM-YZ**, onde:

X = meio utilizado para soprar a buzina:

A = *Air* ou ar;

S = *Steam* ou vapor (para uso marítimo);

NNN = diâmetro do diafragma em milímetros; em geral, quanto maior o diafragma, menor o *pitch* e mais alto o som:

75

125

200

MMM = frequência ou *pitch*, em Hertz (que não aparecia antes na codificação):

156 (D3#)

206 (G3#)

233 (A3#)

247 (B3)

262 (C4)

277 (C4#)

311 (D4#)

330 (E4)

349 (F4)

440 (A4)

Y = material do diafragma:

P = *Plastic* ou plástico (um laminado fenólico);

R = *Rubber-faced plastic* ou plástico revestido de borracha;

M = *Metal*;

C = *Chime-tone*;

Z = material da corneta; as primeiras eram fabricadas em bronze (até 1957) ou ferro fundido, e não utilizavam a designação abaixo:

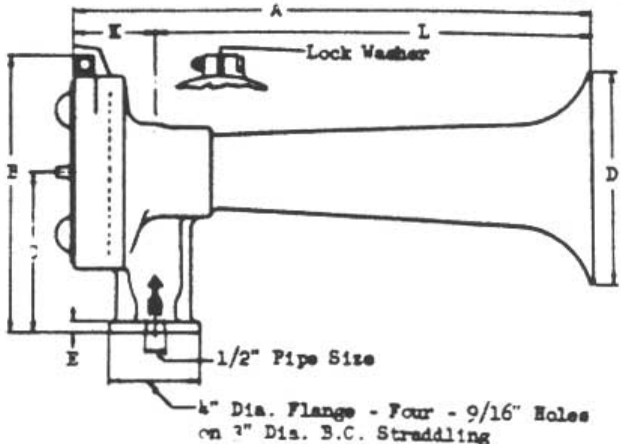
A = *Aluminium*;

B = *Bronze*;

C = **steel**.

Exemplo: **A-200-233-CA**

Essas buzinas tinha a câmara de potência e o suporte fundidos em peça única, com a corneta aparafusada nela.

DIMENSIONS IN INCHES								
Size	A	B	C	D	E	F	L	Wt. Lb.*
A-125-440-CA	10-1/16	8-3/8	4-3/4	6-5/8	7/16	2-21/32	7-13/32	5.5
A-125-349-CA	13-5/16	8-3/8	4-3/4	6-5/8	7/16	2-21/32	10-21/32	5.5
A-125-311-CA	17-11/32	8-3/8	4-3/4	6-5/8	7/16	2-21/32	12-11/16	5.5
A-125-277-CA	16-3/4	8-3/8	4-3/4	6-5/8	7/16	2-21/32	14-3/32	6.0
A-125-247-CA	19-1/4	8-3/8	4-3/4	6-5/8	7/16	2-21/32	16-19/32	6.0
A-200-233-CA	18-11/32	12-5/16	7-3/32	10	1/2	3-19/32	14-3/4	13.0
A-200-156-CA	24-29/32	12-5/16	7-3/32	9-7/8	1/2	3-19/32	21-5/16	15.0
* Approximate net weight								
INDIVIDUAL BORN DIMENSIONS								
								

Designações e dimensões da série Tyfon single tone

Antes disso, outros sistemas foram utilizados para designação destas buzinas, como o formato **X-NNN-PPD**, onde:

X = meio utilizado para soprar a buzina:

A = Air ou ar;

S = Steam ou vapor (para uso marítimo);

NNN = diâmetro do diafragma em milímetros:

75

125

200

PP = designação do pitch:

HH = Extra High pitch

H = High pitch (ex. A-200-H)

M = Medium pitch

L = Low pitch (ex. A-200-L)

LL = Extra Low pitch

D = material do diafragma:

R = bronze, com 3 folhas

P = plástico, folha simples

Exemplo: **A-200-HP**

part numbers de algumas buzinas single tone:

modelo	part number	utilização
A-75-HR	8003721	F2B, F3B, F7B, E7B, E8B, FT
A-125-LP	8064076	SW1, NW2, SW7, BL, E7, NW5, TR2, FT
A-125-LP-A	8140796	E8, GP7, SW1, SW7, SW8, SW9, F7B
A-200-LP	8004191	FT
A-200-LP-YA	8146420	E8, F7, FP7, GP7, SD7, BL, SW1, SW7, SW8, SW9
A-200-HP	8134173	F3
A-200-HP-A	8134740	TR2, TR3, TR4, TR5, TR6

Nem todas eram disponíveis em todas estas designações: a **A-75** e a **A-200**, por exemplo, eram oferecidas em somente 3 deles. **A-125-LL** só era fabricada sob encomenda especial.

Mais cedo ainda, na década de 1930, outras designações foram utilizadas, como “RR” = *Railroad*, que parece ter sido um sufixo utilizado em todas as designações dessa época. Na década seguinte, algumas **A-200** eram designadas com um “Y”, que, embora não se sabendo exatamente o que representava, utilizavam menos ar para serem operadas, sem outras diferenças aparentes. Outras designações utilizadas ao longo do tempo foram “C”, “T” e “X”, cujos significados também não se sabe exatamente.

Comparação das designações das Tyfons single tone:

1930s	1940s	1947	1950s	pitch, Hz	nota	comprimento (1)	Obs.
	A-75-LL		A-75-262	262	C4	20-21/32"	
A-75-M RR	A-75-L		A-75-330	330	E4	16-11/32"	
A-75-H RR	A-75-H		A-75-440	440	A4	10-3/8"	
A-125-M RR	A-125-LL		A-125-206	206	G3#	23"	A-125-LL só era fabricada sob encomenda
A-125-H RR	A-125-L		A-125-247	247	B3	19-1/4"	a mais popular das A-125
	A-125-M		A-125-277	277	C4#	16-3/4"	
	A-125-H		A-125-311	311	D4#	15-11/32"	
	A-125-HH		A-125-349	349	F4	13 5/16"	
			A-125-440	440	A4	10 1/16"	
	A-200-LL		??	??	??	??	
A-200-RR	A-200-L		A-200-156	156	D3#	24-29/32"	FP7A
	A-200-H		A-200-233	233	A3#	18-11/32"	SW9

(1) inclui o alojamento do diafragma (câmara) até a ponta da corneta, mas não inclui saliências do cap

Para aumentar a confusão, alguns desenhos anteriores a 1950 mostram as **A-125** e **A-200** com outras afinações diferentes da tabela acima:

A75-H: 488 Hz (B4)
A-75-L: 326 Hz (E4)
A75-LL: 244 Hz (B3)
A-125-L: 218 Hz (A3)
A-125-LL: 194 Hz (G3)
A-200-H: 218 Hz (A3)
A-200-L: 145 Hz (D3)

Esses desenhos também mostram somente 2 modelos de **A-125** e 2 modelos de **A-200**, e não os 5 modelos de cada como outros indicam.

A-200 – a mais famosa das buzinas de uma só nota, utilizada em centenas de locomotivas **EMD** de passageiros e de cargas como as unidades E e F e na GP-7, bem como nas antigas locomotivas elétricas GG-1 da *Pennsylvania Railroad*, geralmente referida como a buzina da GG-1, e até nas últimas locomotivas a vapor como a *Daylight* 4-8-4 #4449 da *Southern Pacific* e algumas da *Milwaukee Road*. Utilizada normalmente aos pares, uma para cada lado da locomotiva. Tem um tom rico e um som bem conhecido, apelidada de buzina “balido”. Foi fabricada tanto em bronze quanto alumínio. Ficava geralmente do lado do maquinista e apontada para frente. Foi uma das primeiras buzinas fabricadas pela **Leslie**, permanecendo em produção por mais de 20 anos. Foi utilizada também nas **Alco** PA, RS-1, RS-3, FA e unidades E e F da **EMD**, apenas para citar algumas. Tinham orifícios de $\varnothing \frac{1}{4}$ " e consumo de 76 CFM @ 100 psi, produzindo 113 dB @ 100 ft.



Leslie Tyfon A200

A200-L



rara A-200-233



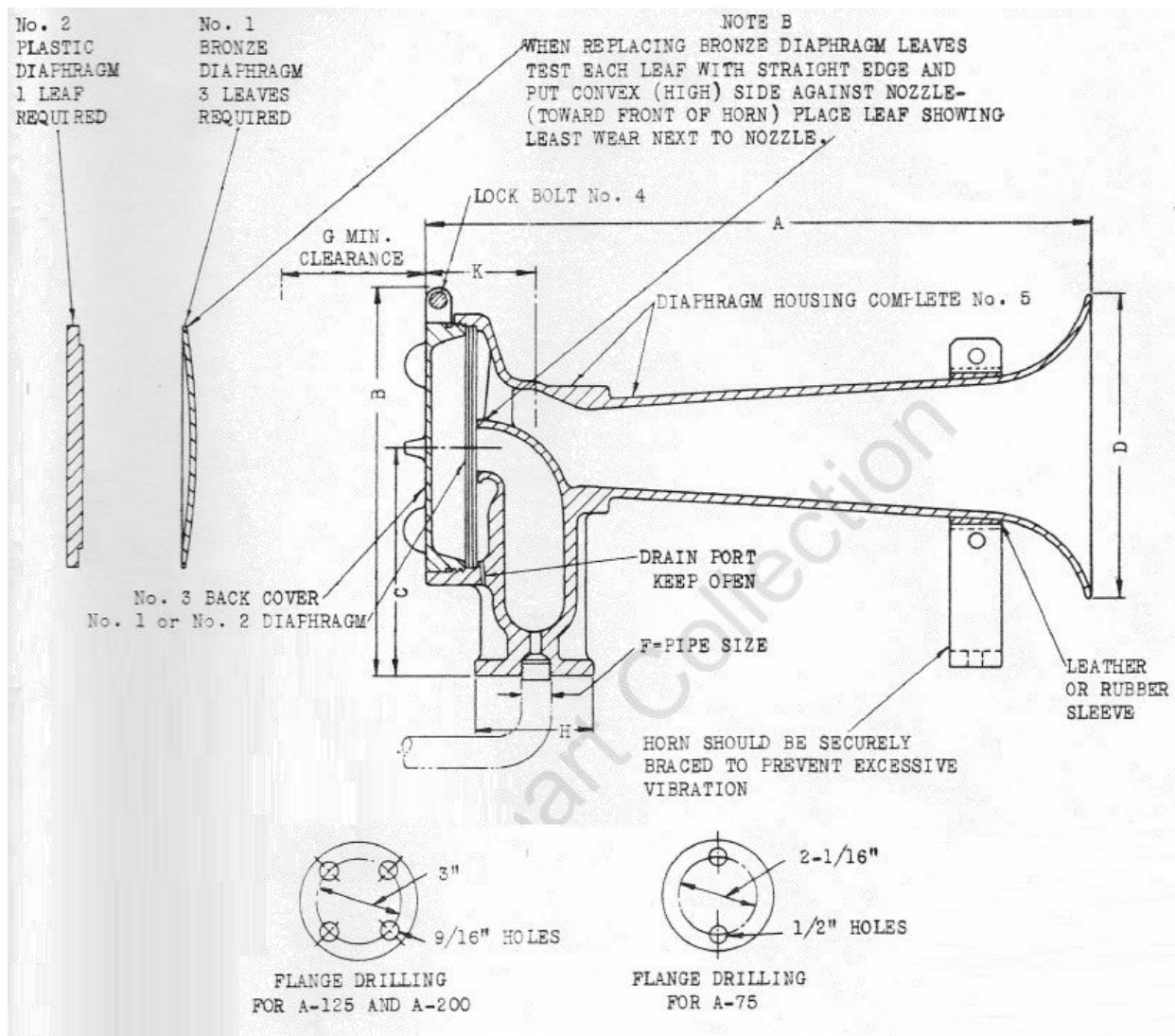
Leslie A-200-233 em bronze

A-125 –menor que a **A-200**, e foi utilizada em manobreadas e algumas locomotivas de percurso (**EMD** séries E e F). Também foi utilizada junto com uma **A-200** para produzir um som de 2 tons. Encontrada usualmente na direção contrária e do lado do ajudante. Foi fabricada em bronze e em alumínio. Requeria afinação e, quando desafinada, produzia sons muito estranhos, um deles apelidado “*Bode Billy*”. Produzia um bom e quente som quando bem afinada, e mais alto que da **A-200**. Tinham orifícios de Ø 3/16” e consumo de 50 CFM @ 100 psi, produzindo 107 dB @ 100 ft.



A-125-LP

A-75 – buzina rara, a menos comum da série, utilizada geralmente como buzina auxiliar na traseira de manobreadoras ou buzina reserva na traseira de antigos vagões cobertos. Tinham orifícios de Ø 1/8" e consumo de 23 CFM @ 100 psi, produzindo 103 dB @ 100 ft. Só foram fabricadas em bronze.



LESLIE-TYFON

buzinas série A single tone (catálogo 1937)		afinação	frequência Hz	dimensões, in (round back)								obs.
				A	B	C	D	F	G	H	K	
A-75	LL RR	C4	262	21 1/8"	5 1/16"	2 3/4"	5 1/4"	1/4"		3"	2 1/8"	
	L RR	E4	330	16 3/4"	"	"	"	"		"	"	
	HH RR	A4	440	10 7/16"	"	"	3 1/2"	"		"	"	
A-125	M RR	G3#	206	23 3/4"	8 7/16"	4 3/4"	6 3/8"	1/2"		4"	2 7/8"	
	H RR	B3	247	20"	"	"	"	"		"	"	
A-200	L RR	D3#	156	25"	12 5/16"	7 3/32"	9 7/8"	"		"	"	

buzinas série A single tone (1947)		afinação	frequência Hz	dimensões, in (round back)								obs.
				A	B	C	D	F	G	H	K	
A-75	LLR	C4	262	21 1/16"	5 1/16"	2 3/4"	5 1/4"	1/4"	3"	3"	2 1/16"	
	LR	E4	330	16 3/4"	"	"	"	"	"	"	"	
	HR	A4	440	10 7/16"	"	"	3 1/2"	"	"	"	"	
A-125	LLR	G3#	206	23 3/4"	8 7/16"	4 3/4"	6 3/8"	1/2"	4"	4"	3 3/8"	
	LP LR	B3	247	20"	"	"	"	"	"	"	"	
A-200	LLR			34"	12 5/16"	7 3/32"	9 7/8"	"	5"	"	3 5/8"	
	LP LYP LR	D3#	156	25"	"	"	"	"	"	"	"	
	HP HR	A3# ou B3 b	233	18 5/16"	"	"	"	"	"	"	"	

cornetas série A		afinação	frequência Hz	comprimento total, in (1)	diâmetro diafragma, in	peso, lb	obs.
A-75	262	C4	262	20 21/32"	3"	11	
	330	E4	330	16 11/32"	3"	10	originalmente A-75-L, com 16 11/16"
	440	A4	440	10 3/8"	3"	6	
A-125	206	G3#	206	23"			
	247	B3	247	19 1/4"	5"	23	originalmente A-125-L
	277	C4#	277	16 3/4"			
	311	D4#	311	15 11/32"			
	349	F4	349	13 5/16"			
	440	A4	440	10 1/16"			
	480	A4#	480	????			Utilizada somente na AA
A-200	156	D3#	156	24 29/32"	8"	55	originalmente A-200-L
	233	A3# ou B3 b	233	18 11/32"	8"	51	originalmente A-200-H

(1) inclui o alojamento do diafragma (câmara) até a ponta da corneta, mas não inclui saliências do cap (como na dimensão A do desenho acima)

modelo	afinação (nota)	cornetas												peso lb	Obs.
		A-75			A-125						A-200				
		262 C4	330 E4	440 A4	206 G3#	247 B3	277 C4#	311 D4#	349 F4	440 A4	480 A4#	156 D3#	233 B3 b		
A-75-262-MB	C4	X													
A-75-330-MB	E4		X												
A-75-440-MB	A4			X											
A-125-206-MB	G3#				X										
A-125-247-CA	B3					X								6	
A-125-277-CA	C4#						X							6	
A-125-311-CA	D4#							X						5,5	
A-125-349-CA	F4								X					5,5	
A-125-440-CA	A4									X				5,5	
A-200-156-CA	D3#											X		15	
A-200-156-LP															
A-200-233-CA	B3 b												X	13	
A-200-233-PB															

Nota:

Em catálogos de buzinas industriais e marítimas aparecem as cornetas A-300-110 (diafragma de 12" e peso 180 lb) e A425-87 (diafragma de 17" e peso 275 lb)

4.4.1.2 Chime-Tone (múltiplas cornetas)

As primeiras buzinas da **Leslie**, e também da **Westinghouse**, era de nota simples, apelidadas “*honkers*”, e ambas companhias começaram a oferecer suportes especiais (*manifolds*) para combinar 2 ou mais *honkers* para formar um carrilhão (*chime horn*), a **Westinghouse** antes de 1949 e a **Leslie**, então a maior fabricante de buzinas nos EUA, em fins dos anos 1940.

A **Leslie** ofereceu inicialmente 8 modelos, cada um utilizando cornetas da série Tyfon aparafusadas num *manifold* comum, com combinações interessantes e não usuais. Eram chamadas de *Chime-Tones*, e podiam ser compradas completas ou em *kits* para adaptação das existentes. As diversas configurações eram obtidas montando-se 3, 4 ou 5 cornetas juntas. A maioria era baseada nas várias **A-125**, sendo 2 exemplos as **A-125-3E** e **A125-5A**, de 3 e 5 cornetas respectivamente. Alguns modelos incluíam as **A-200**, como a **A-125-200-5B**, que consistia em 4 cornetas **A-125** e uma **A-200-156**, e a **A-125-200-5C**, com quatro **A-125** e uma **A-200-233**. Não há evidência de que alguma dessas buzinas de 5 tons tenha sido vendida para ferrovias, mas há rumores de que pelo menos uma foi produzida. Entretanto, há fotos de buzinas de 2 e 3 tons em serviço em várias ferrovias, como as *Chime-Tones* de 3 cornetas utilizadas nas E8 série 800 da Erie & Lackawanna e em algumas **Baldwins** e unidades de passageiros **EMD** da PRR, a **A-125-3** da FA-1 #806 da B&O, etc. Duraram pouco tempo, até a **Leslie** introduzir a série SuperTyfon (1952) para competir com as Nathan **M-3** e **M-5**.

Para as buzinas *Chime-Tone*, a codificação utilizada tinha o padrão **X-NNN-MMM-LY-A**, onde:

X = representa o meio utilizado para soprar a buzina:

A = *Air* ou ar;

NNN = diâmetro do diafragma em milímetros:

75

125

200

MMM = frequência;

L = quantidade de cornetas utilizada;

Y = código para o acorde

A = montagem alternativa.

AA – uma buzina de 2 tons, que utilizava uma **A-200-156** (D#) e uma **A-125-480** (A#). Esta combinação foi utilizada em algumas das primeiras locomotivas diesel nos anos 1930 e 1940, antes de **Robert Swanson** criar o carrilhão (série *chime-tone*).



AA com uma A-125 e uma A-200



rara buzina A-75 de 2 tons, com cornetas A75-L e A-75-LL

A designação que parece mais recente para as *chime-tones* foi **X-NNN-TC-A**, onde:

X = representa o meio utilizado para soprar a buzina;

NNN = diâmetro (ou diâmetros) do(s) diafragma(s) em milímetros;

TC = numero de tons e código para o acorde (segundo *Stephen J. Hoskins*, “o que se ouve nas ferrovias”):

3E = C# 7th (*Bsus2 diminished 5*)

3F = C# *augmented*

3G = A# *minor*

3H = C# 7th *inverted* (*D#sus2(5+)*)

4A = C# 7th (*Bsus2(b5)7*)

5A = B 9th *flat 5*

5B = B 9th *flat 5 inverted*

5C = *discord*

A = *Alternative*, montagem alternativa utilizando extensões do *manifold*, modelos *long*, *short* e *angle*

Para as Tyfons tivemos as seguintes *chime-tones*:

A-125-3E / A-125-3E-A

A-125-3F / A-125-3F-A

A-125-4A / A-125-4A-A

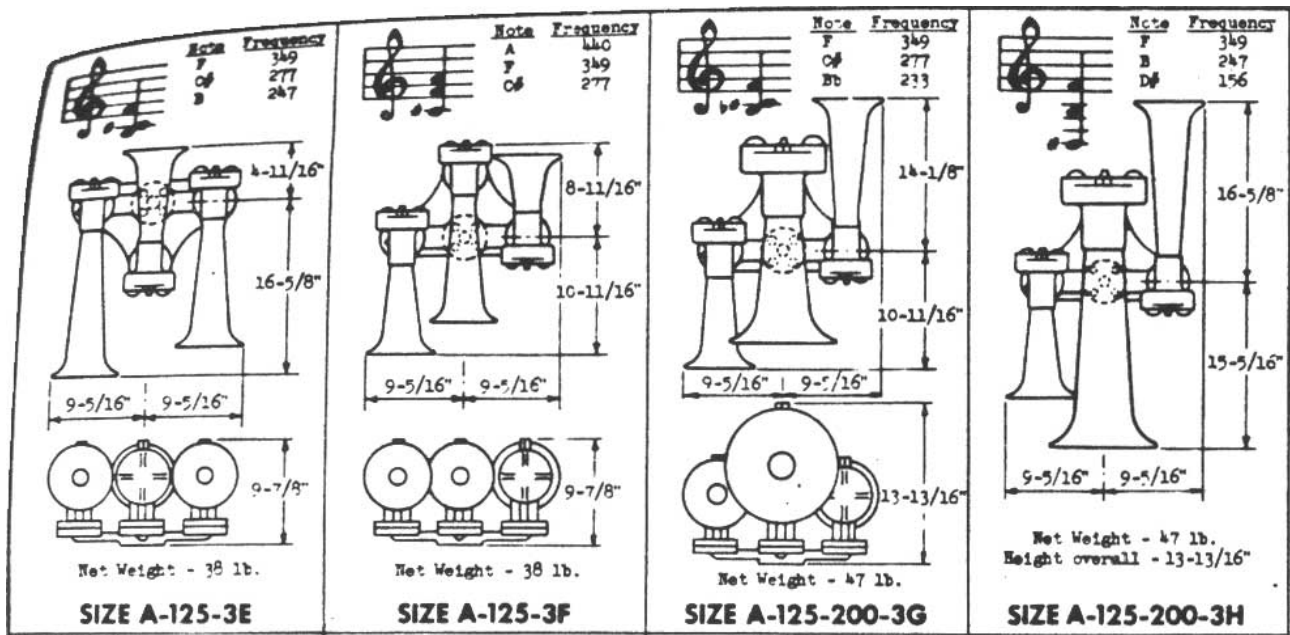
A-125-5A / A-125-5A-A

A-125-200-3G / A-125-200-3G-A

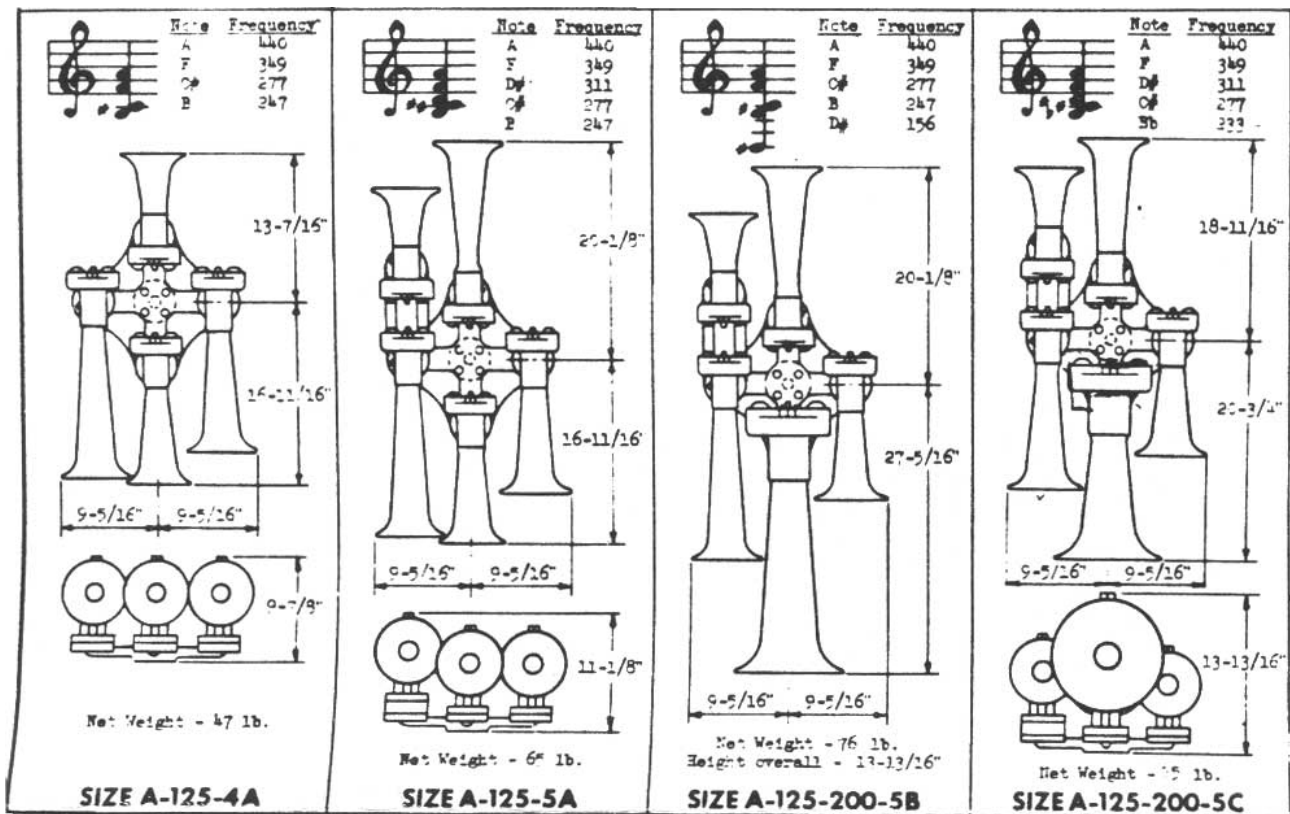
A-125-200-3H / A-125-200-3H-A

A-125-200-5B / A-125-200-5B-A

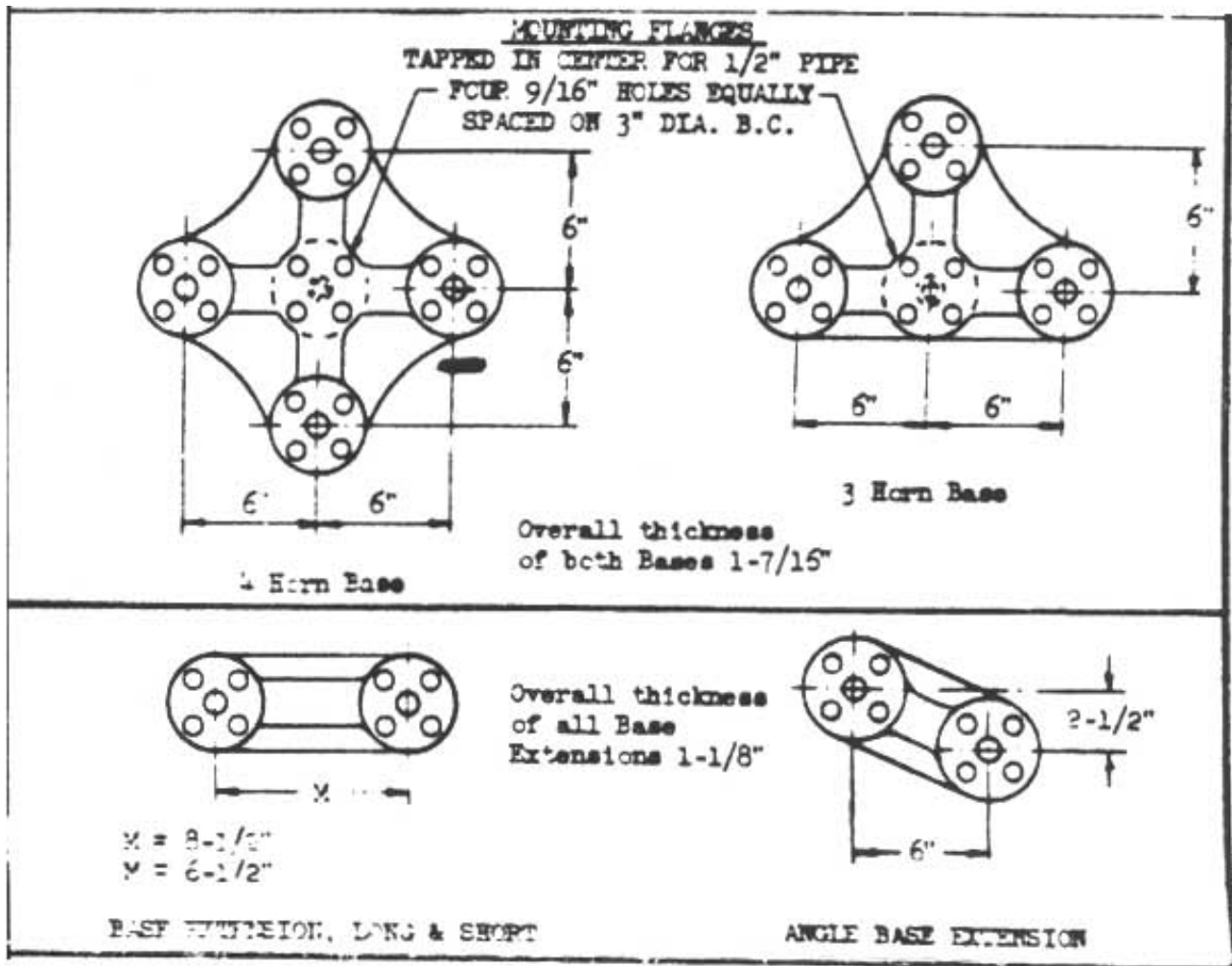
A-125-200-5C / A-125-200-5C-A



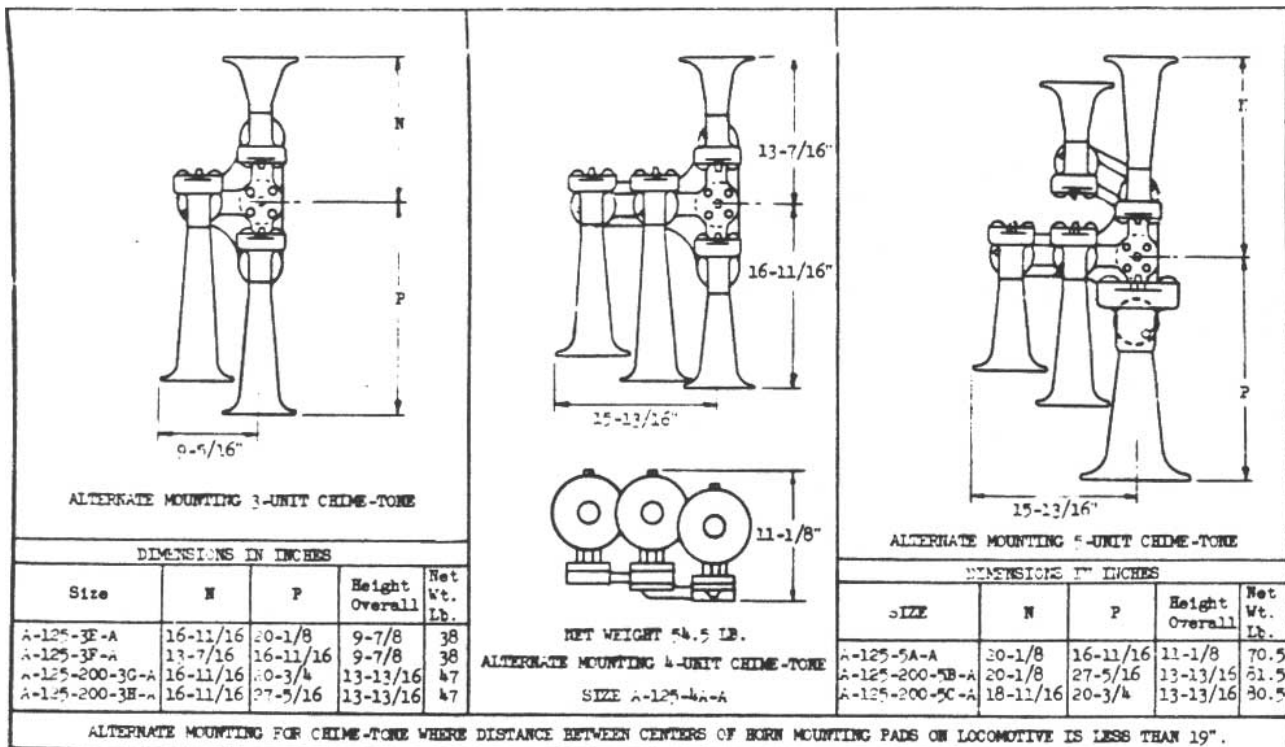
3-chime Chime-Tones



4-chime & 5-chime Chime-Tones



flanges dos manifolds das Chime-Tones



montagens alternativas utilizando long, short e angle base extensions

Cornetas série A:

Buzinas Tyfon 2-chime

buzinas série A 2-tone (1937)	afinação	cornetas				Obs.
		A-75-L RR	A-75-LL RR	A-125-H	A-125-M RR	
A-75-L & A-75-LL RR		X	X			
A-125-H & A-125-M RR				X	X	

Cornetas Tyfon

cornetas chime-tone			afinação	Frequência Hz	Comprimento in	Obs.	utilização
A-125	A-125-206	206	G3#	206	23"	Antiga A-125-LL	
	A-125-233	233	B3 b	233			
	A-125-247	247	B3	247		Antiga A-125-L	
	A-125-277	277	C4#	277		Antiga A-125-M	
	A-125-311	311	D4#	311		Antiga A-125-H	
	A-125-349	349	F4	349		Antiga A-125-HH	
	A-125-440	440	A4	440			
A-200	A-125-480	480	A4#	480		Usada na AA	Utilizada somente na AA
	A-200-156	156	D3#	156	24 29/32"	Antiga A-200-L	GG-1, EMDs pass. e carga
	A-200-233	233	B3 b	233	18 11/32"	Antiga A-200-H	

Chime-Tones de 3 a 5 tons:

	modelo	cornetas	acorde, intervalo	peso, lb	obs.
2-chime	AA	A-125-480 A4# A-200-156 D3#	Augmented 5 th (D#, A#)		
3-chime	A-125-3E A-125-3E-A	A-125-247 B3 A-125-277 C4# A-125-349 F4	C# 7 th Bsus2 diminished 5 (B, C#, F)	38	
	A-125-3F A-125-3F-A	A-125-277 C4# A-125-349 F4 A-125-440 A4	C# augmented (C#, F, A)	38	
	A-125-200-3G A-125-200-3G-A	A-125-277 C4# A-125-349 F4 A-200-233 B3 b	A# minor (A#, C#, F)	47	
	A-125-200-3H A-125-200-3H-A	A-125-247 B3 A-125-349 F4 A-200-156 D3#	C# 7 th inverted D#sus2(5+) (D#, B, F)	47	
4-chime	A-125-4A A-125-4A-A	A-125-247 B3 A-125-277 C4# A-125-349 F4 A-125-440 A4	C# 7 th Bsus2(b5)7 (B, C#, F, A)	47 54,5	
5-chime	A-125-5A A-125-5A-A	A-125-247 B3 A-125-277 C4# A-125-311 D4# A-125-349 F4 A-125-440 A	B 9 th flat 5 (B, C#, D#, F, A)	65 70,5	
	A-125-200-5B A-125-200-5B-A	A-125-247 B3 A-125-277 C4# A-125-349 F4 A-125-440 A A-200-156 D3#	B 9 th flat 5 inv (D#, B, C#, F, A)	76 81,5	
	A-125-200-5C A-125-200-5C-A	A-125-277 C4# A-125-311 D4# A-125-349 F4 A-125-440 A A-200-233 B3 b	Discord (A#, C#, D#, F, A)	75 80,5	

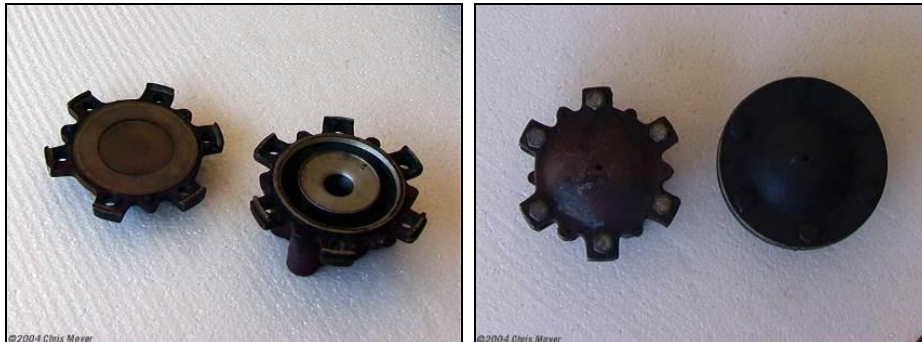
4.4.2 Série Supertyfon S



Em 1951 a empresa introduziu a série S ou Supertyfon, de 3 e 5 cornetas, com os modelos **S-5A & S-5AR, S-5D & S-5DR, S-3E e S-3J**. Eram diferentes das **M-5** em 2 aspectos: diafragmas do mesmo tamanho para todas as cornetas e não necessitavam de afinação. Foi um sucesso instantâneo, porém em 1952 esses modelos foram abandonados em favor das **S-5T e S-3L**. Durante meados de 1960s, a **Leslie** fez uma modificação na fundição das cornetas #25 e #31, que eram até então fundidas em 2 peças. Mas surgiram problemas e elas ficaram desafinadas. Mesmo assim, tornaram-se favoritas entre os fãs e colecionadores. A série Supertyfon equivale à série P da **Nathan**.

Câmaras de potência

A principal mudança na linha das Supertyfons ao longo dos anos foi a das câmaras. Quando introduzidas em 1951, as câmaras eram de bronze fundido, com diafragmas de 2 peças consistindo num disco de aço inoxidável e anel. A tampa traseira ou *cap* também tinha um 2º disco, permanentemente rebitado, denominado *spreader plate* ou distribuidor. Por causa dele, o *cap* tinha uma aparência suave de domo. A forma da câmara era circular, com seis protuberâncias (*tabs*) na circunferência, utilizadas para aparafusar a tampa traseira na câmara. Por isso são geralmente chamadas de câmaras *tab-back*. As primeiras câmaras, produzidas até 1952, utilizavam uma cavilha para medir o fluxo de ar e tinham estojos na cabeça utilizados para fixá-las diretamente nas cornetas, além de um pino guia. Em 1952 estas características desapareceram, os estojos foram substituídos por parafusos colocados nas cornetas e fixados nas câmaras. Uma marca "*Swedish Make*" apareceu no interior das câmaras, do lado voltado para a corneta, acredita-se que durando 1 ou 2 anos. Estas foram as primeiras câmaras de bronze intercambiáveis com as existentes hoje. No início de 1955 os bocais passaram a ser usinados separadamente e rosqueados nas cabeças das câmaras. No mesmo ano nova mudança foi feita para cabeças integrais com bocais, usinados junto com o restante da cabeça. Esta configuração permaneceu até a substituição das peças de bronze no final de 1956 ou possivelmente no início de 1957.



interior de uma câmara *tab-back* e comparação de uma *tab-back* com uma *dome-back* ou *round-back*



câmara *tab-back* em bronze da 1ª geração, com prisioneiros

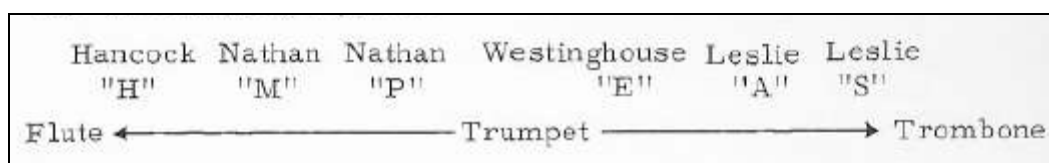
Em 1956/1957 as câmaras passaram a ser fundidas em alumínio. Estas são mais sujeitas ao desgaste, mas são mais baratas para fabricar e mais leves que suas antecessoras. Não houve mudanças significativas no princípio, mas cerca de 1 ano depois os 6 parafusos que prendiam os *caps* nas cabeças tornaram-se passantes, talvez pela dificuldade de removê-los quando corroídos. Essa construção manteve-se até 1965.

No final de 1965 ou princípio de 1966, apareceram novas câmaras, completamente circulares. Tal mudança foi somente externa, mantendo-se internamente a mesma construção dos diafragmas, incluindo o *cap* em forma de domo e a placa difusora. Estas câmaras ficaram conhecidas como "*dome-back*" ou "*round-back*", apesar das *tab-back* terem também um *cap* em forma de domo. Uma marca de fundição "5" começou a aparecer nestas câmaras entre 1970 e 1972 e permaneceu até o final da produção.

Com o tempo percebeu-se que as câmaras eram sujeitas a falhas quando contaminantes como sujeira e graxa eram introduzidos na linha de ar. Peneiras (*strainers*) e filtros ajudavam a reduzir esse risco, porém, uma vez que o ambiente ferroviário é garantidamente sujo, era impossível eliminar todos os contaminantes. Para minimizar a chance de falha e produzir uma nova e melhor câmara patenteável (a patente de 20 anos da câmara em domo já havia expirado e a **Prime Manufacturing** começou a produzir buzinas utilizando o projeto da **Kockums/Leslie**), foi desenvolvida a câmara da série RS, ou câmara melhorada, conforme a própria **Leslie** a ela se referia, lançada em 1977, que veremos com detalhes na série RS.

Os *caps* das câmaras pré-1970 tinham saliências (*tabs*) na periferia, coincidindo com os *tabs* da cabeça. Os caps eram montados na cabeça através de parafusos.

O timbre das Supertyfons tende a ser como de um trombone, faltando alguns dos ricos sobretons de uma **Nathan M** ou de uma **Westinghouse**. Uma comparação de timbres pode ser feita da seguinte forma:



Cornetas

As cornetas também mudaram ao longo do tempo. As Supertyfons eram mais longas que as Tyfons, e também mais curvadas nas bocas.

Diferentemente das cornetas da **AirChime**, as da **Leslie** eram numeradas pela frequência do som em Hertz. Durante os 2 primeiros anos de produção, eram numeradas com os 3 dígitos, fundidos num retângulo em alto relevo no lado esquerdo da base da corneta. Quando as **S-5A**, **S-5D**, **S-3E** e **S-3J** foram descontinuadas em 1952, os números foram truncados para os 2 primeiros dígitos. A corneta #247 foi substituída pela #25, que soava próximo de C (dó) em lugar do B (si) da #247, e as #277, #330 e #392 desapareceram. As demais foram mantidas e seus números truncados para 2 dígitos, aparecendo em ambos os lados das cornetas. Depois dos primeiros meses de produção, as marcas de fundição passaram para o lado direito das cornetas, e as marcas "*Leslie*" ou "*Leslie SuperTyfon*" passaram para o lado esquerdo.

Quando a linha Supertyfon foi lançada em 1951, a **Leslie** não tinha capacidade de fundir as grandes cornetas #247, #277, #311 e #370 em peça única. Elas eram fundidas em 2 peças, que depois eram soldadas. A #370 (que estranhamente tocava um F (Fá) em lugar de um F# (Fá sustenido)) foi fabricada desta forma por pouco tempo, mas as demais permaneceram soldadas até o final da produção desta série de 3 dígitos. Depois da conversão, as #25 continuaram a ser soldadas até o início de 1956 e as #31 até meados do mesmo ano.

A última grande diferença na produção das cornetas envolve seus números, que passaram a ser marcados num círculo em relevo em lugar do retângulo, e as marcas "*Leslie*" e "*SuperTyfon*", que passaram a ser fundidas de retângulos separados para um bloco único com cantos arredondados. Abaixo uma tabela com o que se acredita serem os intervalos de tempo das características de cada corneta baseados nos estilos dos números de fundição:

corneta	ano	estilo dos numeros
25	até início de 1956 após início de 1956	retângulo alto relevo círculo alto relevo
31	até início de 1956 após início de 1956	retângulo alto relevo círculo alto relevo
37	até final de 1960s após final de 1960s	retângulo alto relevo círculo alto relevo
44	até meados de 1960s após meados de 1960s	retângulo alto relevo círculo alto relevo
48	até meados de 1960s após meados de 1960s	retângulo alto relevo círculo alto relevo
55	até início de 1953 início de 1953 a final de 1960s após final de 1960s	retângulo alto relevo retângulo sem relevo círculo alto relevo

Notas:

Datas são aproximadas. Em vários casos, os modelos antigos continuaram a aparecer em buzinas novas até 1 ou 2 anos depois da mudança dos modelos (estoques antigos).

Outras pequenas mudanças ocorreram ao longo do tempo na série SuperTyfon, como a introdução do uso do *O-ring* nas cornetas bem antigas como a #440, nas juntas com o *manifold* e com a câmara de potência. Outra pequena mudança foi a estampagem do símbolo ® perto do logo “SuperTyfon” por volta de 1957 em diante. Uma característica única apareceu nas cornetas #44 a partir de meados de 1980s (alguns dizem que foi muito antes, em 1970) até bem recentemente, a marca “BAF” ao lado do “44” num retângulo ou losango em alto relevo. A marca representa “Boose Aluminum Foundry”, fundição que produziu diversas destas cornetas para a **Leslie** (e possivelmente para outros fabricantes).



corneta #440 com o-ring e marca de fundição; marcas de fundição de uma #25 antiga mostrando os logos Leslie e SuperTyfon e a marca ®



antiga corneta #31 mostrando os logos em blocos separados e a marca registrada ®

Manifolds

Também sofreram modificações ao longo do tempo, como a inclusão de nervuras para reforçá-los, exceto o *manifold* J, que nunca sofreu alterações. Suas identificações podiam ser encontradas na parte traseira à esquerda, modificada para a direita em meados de 1953. Até esta época, os primeiros *manifolds* tinham a identificação gravada, e não fundida. Também nesta época as passagens de ar mudaram de um perfil arredondado para retangular, assim permanecendo desde então. A partir do final de 1955 ou início de 1956 passaram a ser mais leves. O meio mais fácil de verificar as mudanças é pelos flanges da base, que passaram de pouco mais de ½” de espessura para pouco menos de 3/8”. Algum tempo depois da mudança para Tampa, porém, os *manifolds* antigos começaram a aparecer novamente. Depois de 1976 a **Leslie** começou a estampar a data da buzina, utilizando um numero de 2 dígitos representando os últimos 2 dígitos do ano, encontrado na parte de baixo do *manifold*, no flange onde a buzina é fixada à locomotiva. Por volta de 1980 ocorreu

uma das últimas modificações, a adição de rasgos no flange de montagem para liberação dos parafusos, facilitando o aperto dos parafusos de montagem.

A **Leslie** produziu também *manifolds* para 1 e 2 cornetas.

Designações

As designações das SuperTyfons podem ser enganadoras, porém não tanto quanto as das Tyfons.

Para as buzinas *single-tone* série S utilizava-se **SL-HH-N** onde:

S = SuperTyfon

L (opcional)

M = orifício de .172"

U = *Universal base*

L = *Low profile base*

HH = frequência em Hertz dividida por 10 (aproximadamente) (eram 3 dígitos nos 2 primeiros anos de produção, até 1952)

N = numero de cornetas

Exemplos: **S-277** (série antiga)

S-44-4 (série nova)

Para buzina *multiple-tone* série S utilizava-se **SL-NA-XXX** onde:

S = SuperTyfon (série S)

L (opcional)

M = *Maximum manifold* de perfil baixo, orifício de .172", 2-*chime* (série SM)

U = *Universal (Ultra low profile) manifold* (cada posição separada por um traço) utilizado normalmente quando se requer a buzina montada na parte inclinada da cabine por razões de gabarito, 3-*chime* (série SU)

L = *Low profile manifold*, 3, 4 e 5-*chime* (série SL)

N = numero de tons, de 2 a 5

A = combinação de tons ou código do acorde

A = B 9th (B, C#, D#, F#, A) (obsoleto) (**B 9th inverted** segundo o guia de Deane H. Ellsworth)
major 3rd interval (B, D#)

B = F# minor ou F#m ou F#- (F#, A, C#)
minor 3rd interval (D#, F#)

D = A dominant 7th 1st inversion (C#, E, G, A, C#) (obsoleto) (**A 7th major** segundo o mesmo guia)

E = B major (B, D#, F#)

G = perfect 5th interval (D#, A#)

H = perfect 5th interval (F#, C#)

J = A major 1st inversion (C#, E, A)

K = D# minor ou D#m ou D#- (D#, F#, A#)

L = B dominant 7th no5 (B, D#, A) (**B 7th inverted** segundo o mesmo guia)

M = diminished 5th interval (D#, A)

P = **F# 7th sus 4** (B, F#, C#)

T = inicialmente C diminished flat 9 (C, D#, F#, A, C#)

B major 9th (B, D#, F#, A, C#)

D# minor 7th ou D#7 ou D#-7 (D#, F#, A#, C#)

XXX = sufixo de uma ou mais letras, sendo:

Nas SU:

F = *Forward*, todas cornetas apontadas para a frente
 L = *Left side*, para montagem do lado esquerdo da locomotiva ou carro
 LF = ambos
 LR = para montagem do lado esquerdo e 1 corneta para trás
 R = *Reverse*, 1 corneta reversa
 RR = 2 cornetas reversas
 RF = *Right side*, para montagem do lado direito
 LFO = *Left side*, todas cornetas *Forward*, *Overlap* (posições trocadas)
 LRO = *Left side*, 1 corneta *Reverse*, *Overlap* (posições trocadas)

Em todas as outras:

O = *Overlap*, inversão do arranjo normal das cornetas (da esquerda para a direita)
 F = *Full orifice*, orifícios plenos (Ø .125") em todas cornetas
 J = *J manifold*, estilo antigo, muito estreito e alto, 3 cornetas
 E = *External air connection*
 X = *eXperimental*, no caso da SL-4T, e entrada de ar opcional, no caso da S-2M; ou ainda alguma coisa especial, fora do padrão
 B = no caso da S-2M-B, #31 tem orifício .100"/.109, e a #44 tem orifício .095"
 R = *Reversed*, indica cornetas invertidas (para trás)
 RO = 1 corneta *Reverse*, *Overlap*
 RF = 2 cornetas *Reverse*, *Full orifice*

Single chime

Para essas buzinas utilizou-se as denominações **S-XXX** e **S-XX**, onde XXX ou XX era o número da corneta, com 3 dígitos nos 2 primeiros anos de produção (ex.: **S-247** e **S-25**).

S-XXX (série antiga) – eram as buzinas de uma só corneta, disponíveis como **S-247**, **S-277**, **S-311**, **S-330**, **S-370**, **S-392**, **S-440** e **S-554**. Eram recomendadas para locomotivas manobreadas e de percurso.



S-XX (série nova) – a maioria das cornetas da série Supertyfon podia ser comprada individualmente para buzinas de uma só nota. Era o caso da **S-25**, uma simples corneta Supertyfon #25 numa base. Era utilizada em manobreadas e às vezes em unidades de percurso como alternativa às **A-200**.



S-25 antiga, com câmara de bronze *tab-back* e corneta em 2 partes

2-chime

S-2A – de pouca beleza, mas efetiva. Utilizada pelas AT&SF, BN e *Milwaukee*. Utilizada também como uma aplicação única da **S-5T** dividida das GP-30 da C&O (CS).

S-2B, **S-2M** – buzinas de 2 cornetas, sendo a **S-2B** com as cornetas #31 e #37 (*minor 3rd interval*) e a **S-2M** com as #31 e #44 (*diminished 5th interval*). Uma das cornetas pode ser revertida para produzir um bom volume de som em ambas as direções. A **S-2M** foi a mais popular das buzinas de 2 cornetas da **Leslie**, utilizada por exemplo em unidades “E” da *New York Central* e carros da *Metra*, e sua corneta S-44 geralmente é ouvida chegando a 470 Hz.



S-2B antiga com câmara de bronze e corneta bipartida



S-2M com corneta #31 bipartida e câmaras de bronze, e S-2M com corneta #31 em peça única

S-2G, **S-2H** – a **S-2G** era uma buzina com as cornetas #31 e #48 (*perfect 5th interval*), enquanto que a **S-2H** tinha as cornetas #37 e #55 (*perfect 5th interval*). O conjunto dessas 4 cornetas é chamado **S-4T**, que tem um perfil mais baixo que o da **SL-4T**.

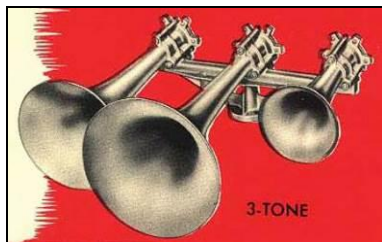
3-chime

S-3B e **S-3BJ** – buzina rara com o acorde *F# minor* (F#, A, C#) *high pitched minor triad*, sendo a segunda com *manifold* tipo J. Encontrada em algumas locomotivas *U-boats* GE da PRR. Foi listada nos catálogos da **EMD** e **GE** como alternativa à **S-3L**. No entanto, poucas foram vendidas e não há registros de sua aplicação.



S-3BJ

S-3E – introduzida em 1951 e produzida somente até 1952, sendo substituída pela **S-3L**. Tinha as cornetas #247, #311 e #370, acorde *B major* (B, D#, F#).



S-3J – primeira buzina de 3 tons da **Leslie** introduzida em 1951 e produzida somente até o ano seguinte, derivada da **S-5D** e projetada para ter o mesmo som da Nathan **M-3**. Utilizava o *manifold* de perfil alto, utilizado também em outras buzinas que tinham o sufixo J, ao contrário de todas as outras bases da **Leslie**, cujas letras aparecem na posição de prefixo. Apesar da pequena produção, foi utilizada em diversas ferrovias, como a L&N, *Illinois Central*, *Frisco*, *Rutland* e *Vermont Railway*, e nas F7A da *Pennsylvania RR*. Foi substituída pela **S-3L**. Utilizava as cornetas #277, #330 e #440, com afinação original *A major 1st inversion* (C#, E, A).



S3J

S-3L e **S-3L-R** – provavelmente uma das buzinas mais utilizadas no mundo, **S-3L** é a designação para qualquer buzina **Leslie** que utilize as 3 cornetas #25, #31 e #44 (B, D#, A). Possui um acorde bem agradável e foi introduzida no início dos anos 1950 para competir com a Nathan **M-3**, tornando-se rapidamente uma das mais populares já produzidas. A corneta #44 é geralmente montada para trás, mas na B&O a corneta #31 é a invertida, enquanto poucas ferrovias como a PRR e a SAL deixaram, em algumas unidades, todas as cornetas para a frente. A versão de meados dos anos 1960 possui a corneta #25 desafinada, produzida em peça única, e esta buzina é provavelmente a que tem o acorde mais reconhecido. Utilizada por exemplo nas GP7 da PRR, da CR e da PC.

Com *manifolds* para 1 e 2 cornetas, se podia obter uma buzina equivalente à **S-3L** com as cornetas distribuídas pelos *manifolds*. As designações podem se tornar bem complicadas, e por bem de simplificar, a **S-3L** de cornetas invertidas é normalmente chamada de **S-3L-R** (que é a buzina original das GP9L e GP18 da E. F. Araraquara e FEPASA). Esta usualmente soa um acorde menor em vez de maior.

Com a queda da patente da série S, a **Prime** produziu uma buzina idêntica à **S-3L**, denominada **PM-920**.



primeira S-3L do início de 1950s com câmara de bronze, cornetas bipartidas e braços no *manifold*



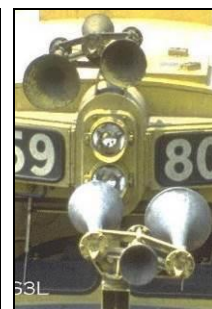
S-3L mais moderna com cornetas inteiriças



S-3L de 1952 ou 1953, sem as marcas "Leslie" e "SuperTyfon", com manifold baixo



S-3L-RO com #44 invertida, e RS-3L-RO



SL-3L-R, RSU-3L e par de RSU-3L-LR

S-3K – similar em aparência à **S-3L**, sendo aplicáveis os mesmos prefixos e sufixos. Foi introduzida para atender às normas da Comissão do Ministério dos Transportes Canadense, que exigiu o uso do acorde D# menor (D#, F#, A#) nas buzinas das ferrovias. Ironicamente, poucas foram vendidas no Canadá, mas um grande numero surgiu nos Estados Unidos, particularmente nas locomotivas da **GE**, que por algum tempo a utilizou em seu catálogo como buzina 3-chime padrão. A **Prime** produziu uma buzina idêntica, a **PM-990**. Utilizada por exemplo nas SD-9 da *Great Northern*.



S-3K

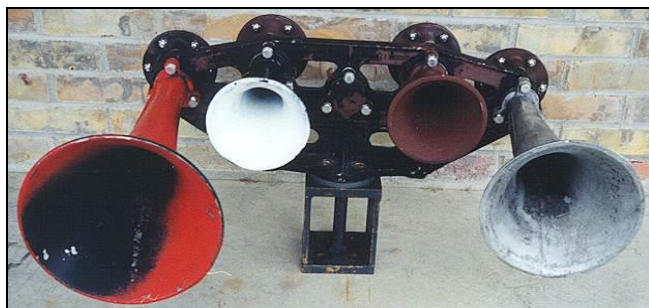


Leslie SuperTyfon S-3K

S-3P e **S-3P-R** – combinação não usual e não musical de notas; sem informações sobre sua aplicação.

4-chime

SL-4T-X, **SL-4T**, **S-4T** – inicialmente batizada de **SL-4T-X** (*eXperimental*), foi desenvolvida em 1973 para a Amtrak para utilização exclusiva em suas então 40 novas locomotivas SDP-40F. O acorde (*D# minor 7th*) foi sugerido por **Deane H. Ellsworth**, que na época trabalhava para a *Chessie System*, mudando-se logo para a *Amtrak*. Utilizava as cornetas #31, #37, #48 e #55 montadas no mesmo *manifold* das buzinas **Leslie** de 5 tons, sendo variável a posição do furo tapado. Ou seja, era equivalente a uma **S-3K** mais uma **S-55**. Outras 110 locomotivas SDP-40F foram equipadas com as mesmas cornetas, porém montadas em 2 *manifolds* separados (essencialmente uma **S-2G** mais uma **S-2H**, ou uma **S-3K** mais uma corneta S-55), sendo o resultado batizado de **S-4T**, com perfil mais baixo que da **SL-4T**. Foram produzidas por menos de 2 anos, sendo substituídas na própria *Amtrak* pelas **Nathan P-5a**, e estas últimas pelas **K5-LA** alguns anos mais tarde. As **SL-4T** foram aposentadas juntamente com as SDP-40F no início de 1980s. Algumas poucas unidades remanescentes podem ter sido trocadas com outras unidades, mas de maneira geral estas buzinas foram extintas nas ferrovias.



SL-4T ou SL-4TX, com furo central tamponado



manifold Low Profile (L) das SL-4T

A **Leslie** também ofereceu buzinas de 4 tons com cornetas duplicadas, apontando em 2 ou em 4 direções, classificadas como **S-XX-2** ou **S-XX-4** respectivamente, onde XX é o número das cornetas utilizadas (ex.: **S-44-2**). Estas combinações de 4 cornetas tiveram uso industrial somente.

5-chime

S-5A – introduzida em 1951 e produzida somente até 1952, sendo substituída pela **S-5T**. foi a segunda das buzinas 5-chime da **Leslie**.

S-5D – produzida somente de 1951 a 1952, foi a primeira buzina 5-chime da **Leslie**, exatamente com o mesmo acorde da Nathan **M-5**, lançada 3 anos antes. Dois tipos de *manifolds* foram utilizados, sendo o mais recente com dois braços

sobre as cornetas superiores. Os modelos antigos não tinham estes braços, sendo montados precariamente numa estrutura similar à base utilizada na **S-3J**. Poucas foram produzidas até a **Leslie** introduzir sua substituta **S-5T**.



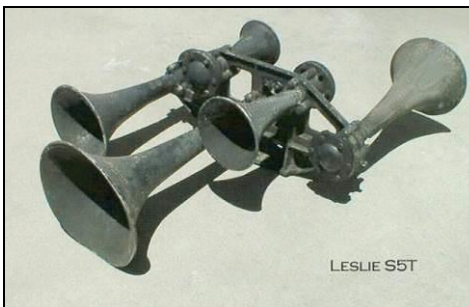
S-5D originais

S-5T e **S-5T-R** – designação genérica para as buzinas **Leslie** com as 5 cornetas #25, #31, #37, #44 e #55, introduzidas no início de 1950s como substitutas das **S-5A** e **S-5D** e competidoras da Nathan **M-5**. Foi a terceira buzina 5-chime da **Leslie**. Originalmente soava como a **M-5** e tinha um acorde *C diminished flat 9* (C, D#, F#, A, C#), mas a **Leslie** mudou seu acorde para *B Major 9th* (B, D#, F#, A, C#). Tornou-se rapidamente uma das mais vendidas e preferidas por todos. A GM&O já tinha utilizado desde as **A-200**, **A-125**, **M5**, **P5** e até **A2**. Quando foi feito seu 2º pedido de GP30, a ferrovia decidiu utilizar a **S-5T**, que tinha um bonito som. Suas GP-35 tinham também a **S-5T** mas com a corneta #25 reversa, configuração não utilizada em nenhuma outra ferrovia, e com as cornetas fundidas em 2 peças, que tinham o som afinado. As GP-38 e SD-40 adquiridas mais tarde também utilizaram as **S-5T**. Todas estas outras buzinas utilizaram as cornetas desafinadas, a maioria no padrão da fábrica com as cornetas #31 e #55 reversas. Utilizada também nas E8-A da C&NW e GP-9 da C&O. As RS-11 da *Norfolk and Western* utilizaram a **S-5T-R**. nesta, qualquer uma ou mais cornetas podem ser revertidas, embora a prática seja reverter as cornetas S-31 e S-44.

A **Prime Manufacturing Co.** anunciou uma buzina que seria idêntica à **S-5T**, denominada **PM-929**, porém não se tem notícia de que alguma foi produzida.

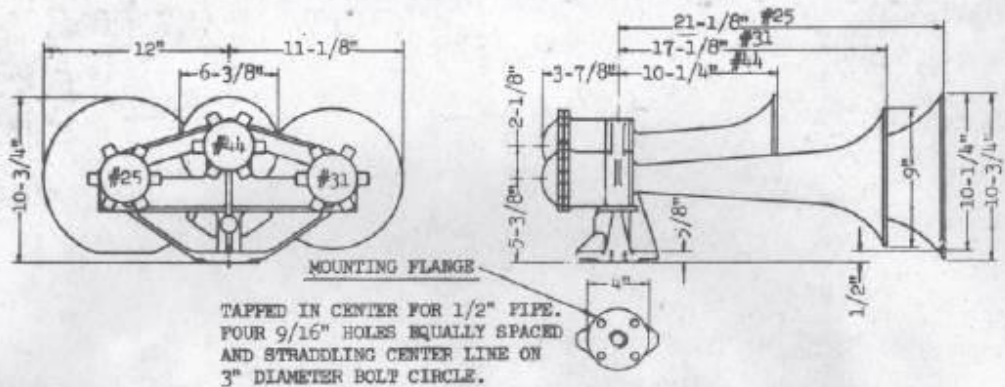


S-5T de 1952

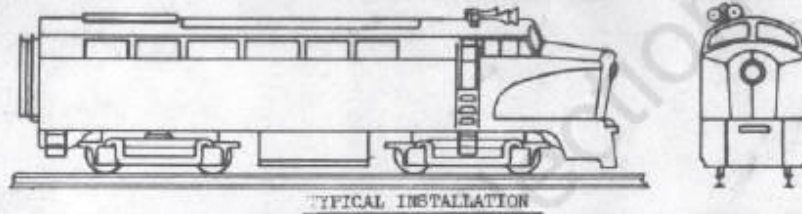


S-5T, S-5T-RRO e S-5T-FRRO

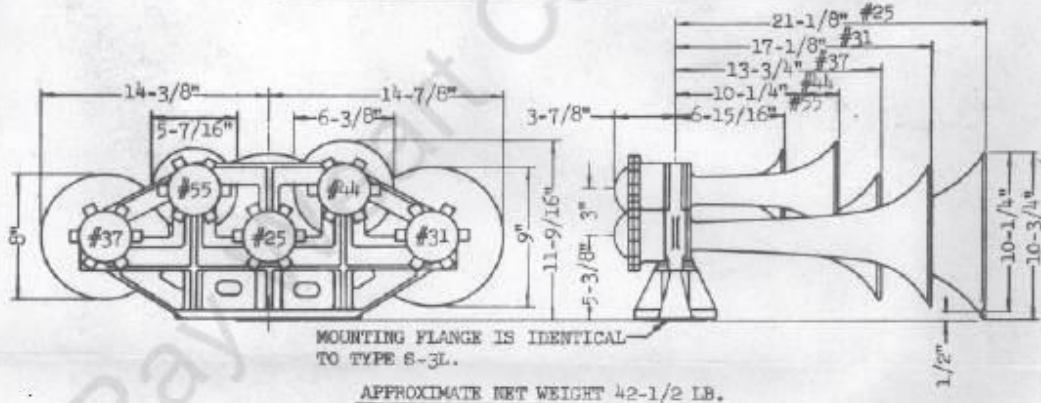
S-3L CHIME HORN



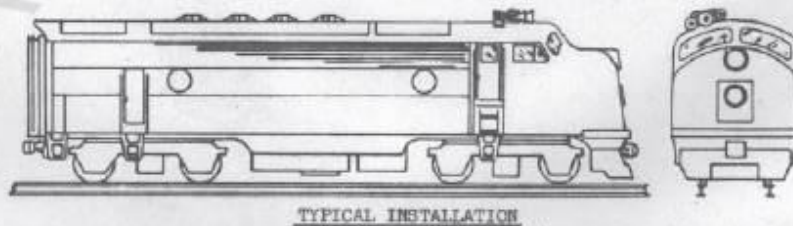
APPROXIMATE NET WEIGHT 28 LB.



S-5T CHIME HORN



APPROXIMATE NET WEIGHT 42-1/2 LB.



S-3L AND S-5T HAVE ALL HORNS POINTING FORWARD. WHEN 1 AND 2 HORNS ARE REVERSED ON THESE UNITS THEY BECOME S-3L-R AND S-5T-R RESPECTIVELY. SEE DWG. NO. 8084 F. ALL PARTS ARE FULLY INTERCHANGEABLE.

SEE REVERSE SIDE FOR PART NAMES, PART REFERENCE NUMBERS AND MAINTENANCE INSTRUCTIONS.

LESLIE
CO.

LYNDHURST, NEW JERSEY

LESLIE-SUPERTYFON AIR HORNS
TYPES S-3L AND S-5T
CHIME HORN

DATE 10-7-52

DRAWN BY C.K.D.

DWG. NO. 8085 F



cornetas série antiga (1951-1952)

antigas			
nome	Frequência, Hz	nota	obs.
#247	247	B3	bipartida
#277	277	C4#	bipartida
#311	311	D4#	bipartida
#330	330	E4	
#370	370	F4	F em vez de F# bipartida
#392	392	G4	
#440	440	A4	
-	-	-	
#554	554	C5#	

Cornetas série nova (1952 em diante)

novas							
nome	Frequência, Hz	nota	Ø boca in (mm)	comprimento in (mm) *			obs.
#25	255	B3 ou C4					corneta desafinada, antes tinha afinação C4 (258 Hz) era feita em 2 partes soldadas
#31	311	D4#	9" (229 mm)	17 1/8" (435 mm)			era feita em 2 partes soldadas
#37	370	F4#	8" (203 mm)	13 3/4" (349 mm)			era feita em 2 partes soldadas, mas foi por pouco tempo
#44	440	A4					
#48	480	A4#		8 7/16" (214 mm)			
#55	554	C5#		6 15/16" (176 mm)			

- Comprimento da boca até linha de centro do *manifold*

HORN DESIGNATION

CYCLES PER SECOND

NOTE

247 S-247 277 S-277 311 S-311 330 S-330 370# S-370# 392 S-392 440 S-440 554 S-554

D D# E F G A B_b B C C# D D# E F# G A B C# D

The chart displays a musical staff with notes corresponding to the frequencies and notes listed above. The notes are arranged in a sequence that follows the chromatic scale, with some notes marked with sharps or flats to indicate specific horn designations.

Buzinas série antiga (1951-1952)

séries antigas	modelo	afinação original	cornetas								peso lb
			#247 B3	#277 C4#	#311 D4#	#330 E4	#370 F4	#392 G4	#440 A4	#554 C5#	
S single tone	S-247	B3	X								10
	S-277	C4#		X							10
	S-311	D4#			X						10
	S-330	E4				X					10
	S-370	F4#					X				10
	S-392	G4						X			10
	S-440	A4							X		10
	S-554	C5#								X	10
S 3 tons	S-3E	B major (B3, D4#, F4#)	X		X		X				26
	S-3J	A major (C4#, E4, A4)		X		X			X		26
S 5 tons	S-5A	B 9 th inverted (B3, C4#, D4#, F4#, A4)	X	X	X		X		X		40
	S-5AR	B major 7 th									
	S-5D S-5DR	A 7 th major (C4#, E4, G4, A4, C5#) A major 6 th		X		X		X	X	X	40

- 1) as antigas S-3E também tinham acorde B, C#, F
- 2) as antigas S-5A tinham acorde B, C#, D#, F, A, idêntico acorde das A-125-3E e A-125-5ª
- 3) as S-5D saíram de catálogo com a introdução das S-5T
- 4) as S-5D foram as primeiras fórmulas 5-chime, e as S-5A as segundas

CHORD	NOTE	FREQUENCY	CHORD	NOTE	FREQUENCY
 TYPE S-3J	A	440	 TYPE S-5D	C#	544
	E	330		A	440
	C#	277		G	392
				E	330
				C#	277
 TYPE S-3E	F#	370	 TYPE S-5A	A	440
	D#	311		F#	370
	B	247		D#	311
				C#	277
				B	247

cornetas e buzinas série nova (após 1952)

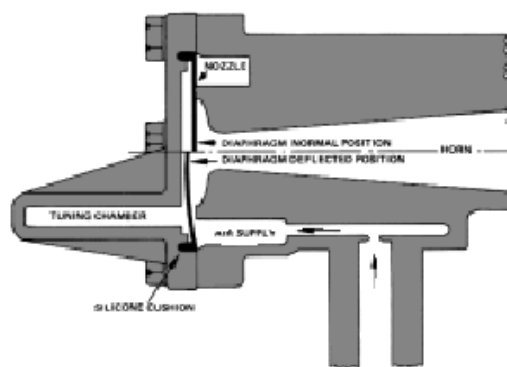
séries novas	modelo	afinação original	cornetas						peso lb	obs.
			#25 B3	#31 D4#	#37 F4#	#44 A4	#48 A4#	#55 C5#		
1 corneta	S-25	B3	X							G-8, G-12 (era usada como alternativa à A-200-133) fabricadas em 2 partes soldadas até 1956 GP7, SD7, F7, E8
	S-31	D#		X						fabricadas em 2 partes soldadas até 1956 SW1, SW8, SW9
	S-37	F#			X					
	S-44	A				X				
	S-48	A#					X			
	S-55	C#						X		
2 cornetas	S-2A S-2A-R	augmented 5 th interval (B, D#)	X	X						
	S-2B S-2B-R	minor third interval (D#, F#)		X	X					
	S-2D S-2D-R	F#			XX					
	S-2G	perfect 5 th interval (D#, A#)		X			X			
	S-2H	perfect 4 th interval (F#, C#)			X			X		
	S-2M S-2M-R S-2M-O S-2M-RO	tritone (D#, A)		X		X				Utilizada nas unidades E da NYC e carros da Metra
	S-3B S-3B-O S-3B-R S-3B-RO S-3B-J S-3B-JR	F# minor (F#, A, C#)			X	X		X		
3 cornetas	S-3B-J	F# minor (F#, A, C#)			X	X		X		
	SU-3B-RF SU-3B-LF SU-3B-RR SU-3B-LR	F# minor (F#, A, C#)			X	X		X		
	S-3C	C(b9)11+ (C, F#, C#)	X		X			X		
	S-3K S-3K-R	D# minor (D#, F#, A#)		X	X		X			
	S-3L S-3L-R	B inverted 7 th (B, D#, A)	X	X		X				S-3L-R é a buzina original das GP9L e GP18 com a #44 reversa
	SL-3L SL-3L-R	B inverted 7 th (B, D#, A)	X	X		X				
	SU-3L-RF SU-3L-LF SU-3L-RR SU-3L-LR SU-3L-LFO SU-3L-LRO	B inverted 7 th (B, D#, A)	X	X		X				
	S-3P S-3P-R	 (B, F#, C#)	X		X			X		
	S-3T	unknown								
	S-XX-2	Vários	Várias combinações							Uso industrial
4 cornetas	S-XX-4	Vários	Várias combinações							Uso industrial
	SL-4T-X SL-4T S-4T	D# minor 7 th (D#, F#, A#, C#)		X	X		X	X		SL-4T-X com manifold de 5; S-4T com 2 manifolds, uma combinação das S-2G e S-2H utilizada nas SDP40-F da Amtrak
	S-5T S-5T-R S-5T-F S-5T-RF	Inicialmente C diminished flat 9 (C, D#, F#, A, C#) B major 9 th (B, D#, F#, A, C#)	X	X	X	X		X		GP30 da GM&O GP35 da GM&O Acorde original era C diminished flattened 9th (C, D#, F#, A, C#) GP9 da C&O

4.4.3 Série RS

Depois da série S, a **Leslie** prosseguiu na execução de seu próximo modelo, o RS, lançado em 1977.

Câmaras de potência

Também eram redondas como as *round-backs*, e intercambiáveis com as anteriores *tab-back*, exceto a 1ª geração, feita em bronze. Externamente, sua parte traseira é plana com uma grande ressalto ou protuberância (“*spike*”) na parte inferior do *cap*. As cabeças ficaram um pouco mais leves, com a utilização de menos material. A função do ressalto é prover uma força restauradora para o diafragma após sua deformação inicial. Por causa dele, as câmaras RS são também chamadas de *spike-back*. Internamente o diafragma também mudou, ficando com apenas 1 disco de aço inoxidável, com um anel de amortecimento de silicone no *cap*, selando a borda do diafragma. Este anel também ajuda a prevenir o desgaste das bordas do diafragma. A face onde a corneta se encaixa foi feita côncava, permanecendo com 3 nervuras. Para assegurar uma boa selagem entre a câmara e a corneta, foram utilizadas pequenas juntas compressíveis. Estas câmaras, com menos peças, são muito mais confiáveis que suas antecessoras, que foram sendo progressivamente substituídas quando da manutenção.



Diagrammatic Power Chamber
câmara de potência moderna da Leslie RS

As câmaras *spike-back* têm 3 estilos diferentes. As primeiras tinham a marca de fundição “*Patent Pending*” no *cap*, junto com “*Parsipanny, NJ*”. As mais novas têm o número da patente no lugar de “*Patent Pending*”. Depois de 1986, quando a **Leslie** se mudou para Tampa, na Florida, os números de patente permaneceram e a marca “*Tampa, FL*” substituiu a marca “*Parsipanny, NJ*”. Os bocais destas últimas ficaram poucos milímetros menores que das anteriores, ficando mais suscetíveis a falhas por incrustações e outras devidas a contaminantes. Dizem que as câmaras de Tampa têm um som mais áspero, mas isto é muito subjetivo.

Cornetas e manifolds

As cornetas são essencialmente as mesmas “novas” da série S, com 2 dígitos (S-XX em vez de S-XXX) e os *manifolds* também são os mesmos.

cornetas RS		afinação	frequência	dimensões		notas
				Ø bocal	comprimento total	
modernas	#25 2ª	B3	~247	273 mm	674 mm	peça única, desafinada
	#25 1ª	C4	~262	260 mm		
	#31	D4#	311	229 mm	572 mm	
	#37	F4#	370	203 mm	486 mm	
	#44	A4	440	162 mm	397 mm	
	#48	A4#	480	138 mm	351 mm	
	#55	C5#	554			

Nota: as antigas #277, #330 e #392 desapareceram por volta de 1952

Designações

Semelhante à da série RS, no formato **PP-NC-RS**, onde:

PP = prefixo

RS = Supertyfon (série RS)

L = *Low profile manifold*, 3, 4 e 5-*chime* (série RSL)

U = *Ultra low profile manifold*, de perfil muito baixo, utilizado normalmente quando se requer montada na parte inclinada da cabine por razões de gabarito, 3-*chime* (série RSU)

M = *Maximum*, um *low profile manifold*, 2-*chime* (série RSM)

N = numero de tons

C = código do acorde

A = *major 3rd interval* (B, D#)

C = **C(b9)11+** (C, F#, C#)

K = *D# minor* ou *D#m* ou *D#-* (D#, F#, A#)

L = *B dominant 7th no5* (B, D#, A) (**B 7th inverted** segundo o mesmo guia)

M = *diminished 5th interval* (D#, A)

T = *B major 9th* (B, D#, F#, A, C#)

S = sufixo

O = *Overlap*, inversão do arranjo normal das cornetas

F = *Full*, orifícios plenos (Ø 1/8") no pino de ajuste

J = *manifold* especial, muito estreito

R = *Reversed*, para cornetas invertidas (para trás)

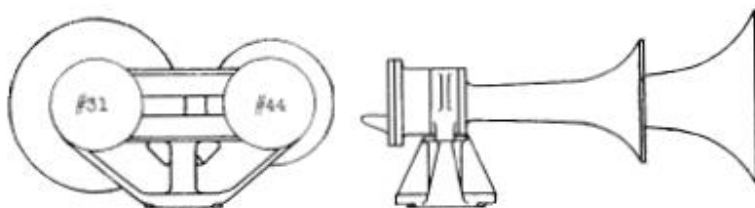
Single-chime

Para essas buzinas utilizou-se a denominação **S-XX**, onde XX era o número da corneta (ex.: **RSM-25**).

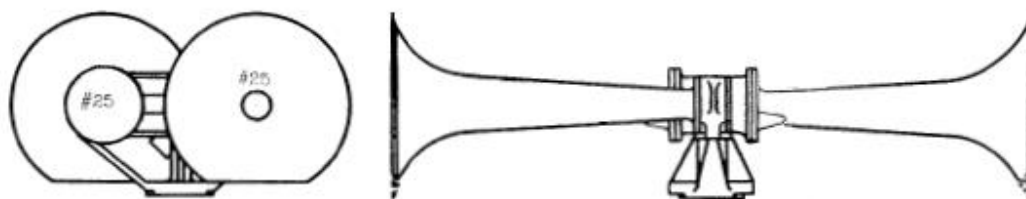
2-chime

RSM - buzinas de 2 notas, similares às RS, com *manifold Maximum* específico para 2 cornetas modificadas (chanfradas).

RSM-2M CHIME WHISTLE



RSM-25-2R CHIME WHISTLE



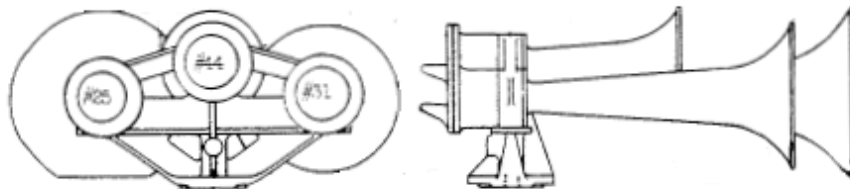
3-chime

RS-3L e **RS-3L-R** – é essencialmente a **S-3L** modernizada, com as novas câmaras *spike-back*. Possuem também a corneta #25 fundida em peça única e desafinada. A **RS-3L** foi utilizada por exemplo nas GP40-2 da *Conrail*.

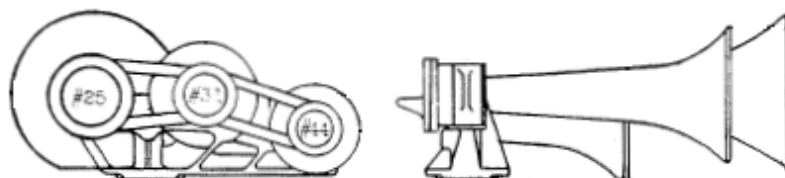
RS-3P – buzina rara.



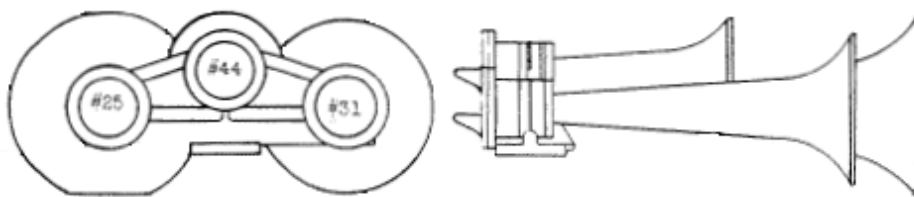
RS-3L, RS-3L-R & RS-3L-RF



RSU-3L-RR, RSU-3L-LF, RSU-3L-LR & RSU-3L-LRO



RSL-3L, RSL-3L-R, RSL-3L-RF & RSL-3L-RO



comparação entre os *manifolds* das séries RS, RSU (*Ultra low profile*) e RSL (*Low profile*)

5-chime

RS-5T – tem as cornetas fundidas em peça única e as novas câmaras. Produzem um som ligeiramente diferente, mais áspero que das **S-5T**, e tendem a esganiçar quando a válvula é aberta.



RS-5T

séries modernas	série	modelo	afinação original (acorde, intervalo)	cornetas							peso, lb	Obs.
				#25 2 ^a B	#25 1 ^a C	#31 D#	#37 F#	#44 A	#48 A#	#55		
2 cornetas	RS-2	RS-2A RS-2A-R	major 3 rd interval (B, D#)	X		X					19	
		RS-2M RS-2M-R RS-2M-O RS-2M-BO	Diminished 5 th interval (D#, A)			X		X			16	
	RSM-2	RSM-2M	Diminished 5 th interval (D#, A)			X		X			16	
		RSM-25-2R	B ou C	XX							20	
3 cornetas	RS-3	RS-3K RS-3K-R	D# minor (D#, F#, A#)			X	X		X			
		RS-3L RS-3L-R RS-3L-RF	B dominant 7 th no5 (B, D#, A) B inverted 7 th (L chord) ou A dim (C, D#, A)	X		X		X				
	RSU-3	RSU-3L-RR RSU-3L-LF RSU-3L-LR RSU-3L-RR RSU-3L-LRO	B dominant 7 th no5 (B, D#, A) B inverted 7 th (L chord) ou A dim (C, D#, A)	X		X		X				RSU-3L-LRO na GP35
		RSU-3C-RF	C(b9)11+ (C, F#, C#)	X			X			X		
	RSL-3	RSL-3L RSL-3L-R RSL-3L-RF RSL-3L-RO	B dominant 7 th no5 (B, D#, A) B inverted 7 th (L chord) ou A dim (C, D#, A)	X		X		X				
5 cornetas	RS-5	RS-5T RS-5T-R RS-5T-F RS-5T-RF RS-5T-RR0	B majot 9 th (T chord) (B, D#, F#, A, C#)	X		X	X	X		X	42,5	

Buzinas oferecidas atualmente pela Leslie:

		RAILROAD		INDUSTRIAL		WHISTLE CONSTRUCTION		SPECIFICATIONS											
OPERATING MEDIUM	WHISTLE DESIGNATION	PASSENGER TRAINS	FREIGHT TRAINS	YARD & SWITCHING TRAINS	MAIN PLANT SIGNAL	FIRE ALARM	CALL OR DEPT. SIGNAL	INTER-PLANT SIGNAL	ALUMINUM BELL	ALUMINUM DIAPHR. HOUSING	MAY BE FITTED W/ ASCO SOLENOID SEE PAGE M1E	FREQUENCY CYCLES PER SEC.	* DECIBEL RATING 100 FT WITH 80 PSI SUPPLY	DECIBEL RATING 100 FT WITH 100 PSI SUPPLY	AUDIBLE DISTANCE CALAM WATER 100 PSI SUPPLY	OPERATING MEDIUM CONSUMPTION	MAXIMUM PRESSURE	MINIMUM PRESSURE	DIAPHRAGM DIAMETER INCHES
AIR	RS-55		•						•	•	•	554	110.9	140.9	1 1/2-2	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-55				•	•	•	•	•	•	•	554	113.2	143.2	1 1/2-2	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-48		•						•	•	•	480	110.9	140.9	2-2 1/2	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-48				•	•	•	•	•	•	•	480	113.2	143.2	2-2 1/2	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-44		•						•	•	•	440	110.9	140.9	2-2 1/2	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-44				•	•	•	•	•	•	•	440	113.2	143.2	2-2 1/2	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-37		•						•	•	•	370	110.9	140.9	2 1/2-3	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-37				•	•	•	•	•	•	•	370	113.2	143.2	2 1/2-3	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-31		•						•	•	•	311	110.9	140.9	3-3 1/2	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-31				•	•	•	•	•	•	•	311	113.2	143.2	3-3 1/2	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-25		•						•	•	•	255	110.9	140.9	4-5	19.5 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-25				•	•	•	•	•	•	•	255	113.2	143.2	4-5	37 SCFM	100	40	3
AIR	RS-2 CHIME	•	•						•	•	•	NOTE 2	112.5	142.5	2 1/2-3	32 SCFM	140	40	3
AIR	RS-3 CHIME	•	•	•					•	•	•	NOTE 2	114	144	3-3 1/2	49 SCFM	140	40	3
AIR	RS-4 CHIME	•	•						•	•	•	NOTE 2	114.5	144.5	3 1/2-4	55 SCFM	140	40	3
AIR	RS-5 CHIME	•	•						•	•	•	NOTE 2	115	145	4-4 1/2	60 SCFM	140	40	3
AIR	RSM-25-4			•	•				•	•	•	255	118.5	148.5	4-5	105 SCFM	100	40	3
AIR	RSM-55-4			•	•				•	•	•	554	118.5	148.5	1 1/2-2	105 SCFM	100	40	3

Nota 1: seleção baseada na experiência como sendo a mais adequada para a aplicação

Nota 2: múltiplas frequências dependendo da combinação selecionada

Nota 3: ideal para plataformas de perfuração

* para estimar a queda do som, subtrair 6dB cada vez que a distância dobrar



4.5 PRIME MANUFACTURING CO., INC.

A **Prime Manufacturing Company, Inc.** produziu aplicações para locomotivas por vários anos, até entrar no mercado de buzinas em 1972. Sua linha de buzinas pneumáticas era basicamente uma derivação do projeto Supertyfon da **Leslie**, aproveitando a expiração da patente na época, embora as suas utilizassem fundidos mais pesados que os equivalentes da **Leslie**, soando um timbre de certa forma mais rico. As vendas foram rápidas, mas desapontadoras, apesar de clientes como a *Union Pacific* e a *Burlington Northern*. Achando-se cada vez mais incapazes de competir neste nicho de mercado dominado pela **Leslie** e pela **Nathan Airchime**, a **Prime** cessou a produção de buzinas em 1999/2000. No final, vendeu seu estoque remanescente de buzinas e sobressalentes para um colecionador privado. Foi comprada pela **Dayton-Phoenix Group, Inc.**, e ainda fabrica produtos não relacionados a buzinas. Ao longo do tempo, com o envelhecimento dos padrões de fabricação, o som desviou-se de sua especificação original. Infelizmente, a **Prime** eliminou todos seus registros sobre as buzinas, incluindo documentação, artigos históricos e especificações, alguns dos quais sobreviveram nas mãos de colecionadores.



Ao longo do tempo, a **Prime** ofereceu diversas configurações de cornetas. Estranhamente, os acordes de algumas também mudaram com o tempo (ver tabela abaixo). Parece que a **Prime** mudou a fundição de suas cornetas 2 vezes em sua história, resultando em diferentes tons para 2 de suas cornetas. Estas mudanças representam 3 diferentes gerações de buzinas. A primeira mudança ocorreu em 1973, somente 1 ano depois do início da produção, e a segunda no início dos anos 1980. Por razões de desobstrução ou folga, a partir de certo ponto a **Prime** fundiu as partes inferiores das cornetas #1 e #4 planas, em vez de completamente circulares. Primeiro foi a corneta #1, enquanto que com a #4 ocorreu já na 3ª geração, por solicitação da *Union Pacific*.

Construção

Os fundidos da **Prime** foram baseados no estilo da série S da **Leslie**. No entanto, todas as partes de uma **PM** são intercambiáveis com as correspondentes de uma série S. Apesar das semelhanças mecânicas, muitas são as diferenças em relação às **Leslies**. Em primeiro lugar, os fundidos são mais pesados, o que afeta também o timbre da buzina, dando às **PM** um som mais suave, mais vigoroso e mais rico. Visualmente, as cornetas da **Prime** têm uma nervura de cada lado, reforçando a corneta na base, e são completamente redondas na base, onde encontram o *manifold*. Têm o *part number* (sempre um "P" seguido de traço e uma série de números) fundido do lado, à frente das nervuras, e as mais recentes têm também a data fundida. As câmaras de potência têm os *part numbers* fundidos nas traseiras. A frente da câmara é basicamente redonda onde encontra o *manifold*, com 6 rebaixos semi-circulares. Os *manifolds* também são diferentes dos **Leslie**. A **Prime** catalogou 5 tipos de *manifolds* para buzinas simples, e 2 para buzinas de 3 tons.

A **Prime** ofertou também diversos acessórios opcionais, como uma válvula acionada por pressão dentro do *manifold* (válvula de restrição), introduzida na 3ª geração, utilizada para restringir o ar para as cornetas laterais e com isso modular o som. Essas válvulas ficaram conhecidas como *MoPac complainers*, por terem sido largamente utilizadas na *Missouri Pacific*. Outro acessório era um *riser* ou espaçador para o *manifold*, de cerca de 3" de altura, permitindo às buzinas de perfil baixo terem maior folga.

Algumas das buzinas fabricadas pela Prime:

Séries	Modelo inicial	Introdução	Obs.	Notas
Single chime	PM-927	1972	1ª geração (1972-1973): perfeito contorno arredondado onde a corneta encontra a base; câmaras de potência similares às da série S	Idêntica à ...
2-chime	PM-928	1972	2ª geração (1973-1980s):	Idêntica à S-2M
3-chime	PM-920 PM-990	1972	3ª geração (1980s-1999): nervuras da corneta #1 bem mais largas, tomando toda a base no flange;	Idêntica à S-3L Idêntica à S-3K
5-chime	PM-929	1972	4ª geração (1999-): cornetas #4 achatadas	Idêntica à S-5T



Single chime

PM-927 - buzina de um tom, similar às **Leslie S-25, S-31, etc.**, mas não se tem certeza se foi produzida.

2-chime

PM-928 - cópia da **Leslie S-2M**, utilizando as cornetas #2 e #4; muito rara, pelo menos uma sobrevive nas mãos de um colecionador.

3-chime

PM-920 – Externamente, podem ser distinguidas das **Leslies** pelo perfeito contorno arredondado onde a corneta encontra a base (*manifold*), comparado ao contorno mais complexo das **Leslies**. As câmaras de potência têm o *cap* em forma de domo, similar às **Leslies** série S. Utilizam um *manifold* de perfil baixo e as cornetas #1, #2 e #4. Até meados de 1980s (até 2ª geração) tocavam um acorde C, D#, A, igual ao da **Leslie S-3L**. Entretanto, com os novos fundidos, passou a tocar B, D#, G#. Algumas de transição entre a 2ª e 3ª geração podem ser encontradas com o acorde B, D#, A, ou ainda um acorde G# maior C, D#, G# (igual à **M-3**). As da 1ª geração tinham a #1 totalmente redonda. A maioria produzida parece ter sido da 2ª geração, com a corneta #1 achatada, sem outras diferenças significativas em relação à 1ª geração, além do acorde C, D#, G#. A 3ª geração é bem diferente das outras duas, tanto nas cornetas quanto nos acordes. As nervuras da corneta #1 são bem mais largas, e tomam toda a base da corneta no flange. Nas primeiras da 3ª geração as cornetas #4 ainda eram circulares e tinham números de fundição adicionais, modificadas mais tarde para achatadas.



Prime Manufacturing PM920
PM-920



Prime 920 HORNS INC.



Prime 920 HORNS INC.

PM-920 de 2ª geração, fabricada em 12/04/1981

PM-990 – Externamente, podem ser distinguidas das **Leslies** pelo perfeito contorno arredondado onde a corneta encontra a base (*manifold*), comparado ao contorno mais complexo das **Leslies**. As câmaras de potência têm o *cap* em forma de domo, similar às **Leslie** série S. Tinha as cornetas #2, #3 e #5 num *manifold* de perfil alto e tocava um acorde D# menor (D#, F#, A#). Muitas tinham uma pontuda corneta e produziam um acorde B maior (B, D#, F#), em lugar do esperado acorde D# menor. Tinham o mesmo acorde da **Leslie S-3K**, com som essencialmente indistinguível, e, como esta, foram usada extensivamente pela antiga **Burlington Northern** e **Union Pacific**.



PM-990

5-chime

PM-929 - seria uma cópia da **Leslie S-5T**, utilizando as cornetas #1, #2, #3, #4 e #6 em um *manifold* de perfil baixo, quase idêntico ao da **SL-4T**, mas a **Prime** nunca recebeu um pedido desta buzina e ela nunca foi produzida.



réplica de como teria sido uma PM-929, utilizando um *manifold* Leslie e com uma corneta #6 modificada a partir de uma Leslie #55, fabricada por Jodie Wells em 2008



A **Prime** nunca deu uma designação numérica às suas cornetas, somente um complexo *part number*, tampouco utilizou uma comparação com as buzinas equivalentes da **Leslie**. Portanto os números apresentados a seguir são somente para fins de discussão, e não devem ser considerados como esquema de numeração da **Prime**.

cornetas	1972-1973	1973-meados 1980s	meados 1980s-1999	equivalente da Leslie
1	C	C *	B *	25
2	D#	D#	D#	31
3	F#	F#	F#	37
4	A	A	G# **	44
5	A#	A#	A#	48
6 ***	C#	C#	C#	55

* parte inferior da corneta achatada

** parte inferior da corneta achatada depois dos 2 primeiros anos de produção da 3ª geração

*** essa corneta foi especificada mas nunca foi produzida

série	modelo	afinação original	cornetas						manifold	notas
			1	2	3	4	5	6		
PM	PM-920	 (C, D#, A) 1ª e 2ª gerações <i>B inverted 7th</i> (B, D#, A) transição (B, D#, G#) 3ª geração	X	X		X			perfil baixo	Acorde idêntico ao da S-3L
	PM-927	????								um tom, similar às S-XX
	PM-928	<i>Tritone interval</i> (D#, A)		X		X				Acorde idêntico ao da S-2M
	PM-929 *	<i>B major 9th</i> (T chord) (B, D#, F#, A, C#)	X	X	X	X		X	perfil baixo	Acorde idêntico ao da S-5T
	PM-990	<i>D# minor</i> (D#, F#, A#) <i>B# major</i> (B, D#, F#)		X	X		X		perfil alto	Acorde idêntico ao da S-3K

* nunca foi produzida pois a Prime nunca recebeu um pedido

- o -



4.6 WESTINGHOUSE AIR BRAKE COMPANY - WABCO

<http://www.wabtec.com/railroad/locomotive.asp>



de “pneufônicas”.

Nome lembrado para os freios a ar, mas a empresa também produziu buzinas, sendo a primeira a produzi-las para uso em equipamentos ferroviários na década de 1910. A **WABCO** nunca produziu tantos modelos diferentes como seus concorrentes, mas os poucos que produziu foram largamente utilizados. O mais famoso é o **E-2** de nota simples, e também o maior produzido pela companhia. Suas buzinas eram chamadas

Por volta de 1949, a **Westinghouse** decidiu transformar seu modelo **E-2**, patenteado em 1942, numa versão de carrilhão, adaptando as cornetas simples numa única estrutura (*manifold*). O resultado foi 3 buzinas melódicas diferentes: **E-2B-1**, **E-2B-2** e **E-2B-3**, sendo a primeira a mais comum, embora em numero muito mais reduzido que a **M-3** por exemplo.

A **Wabco** nunca obteve uma grande fatia do mercado, dominado pela **Leslie** e pela **Airchime**, e cessou sua produção de buzinas para o mercado doméstico. Atualmente é conhecida como **Wabtec, Inc.**, e até recentemente fabricou sua linha de buzinas pneumáticas para exportação. No entanto, o catálogo de 2012 já não mostrava esses produtos.

Algumas das buzinas desenvolvidas pela Wabco:

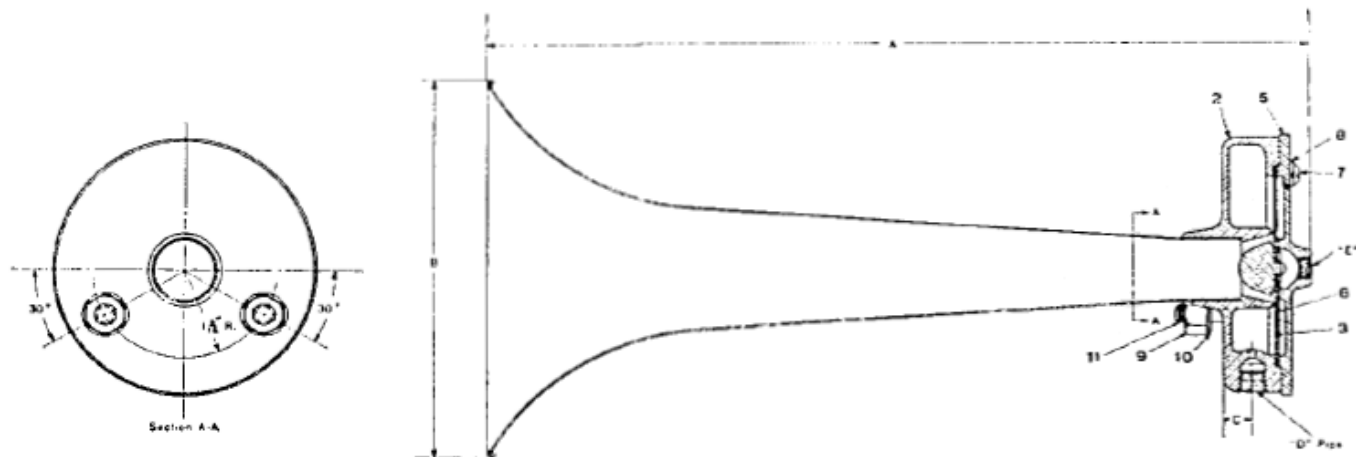
Séries	Modelo inicial	Introdução	Obs.	Substituta
Type A	Single-chime	A-1 A-2 A-6	<1940 A-1 em bronze, possuía 2 tamanhos A-2 em FoFo, possuía 2 tamanhos, de 15" e de 11 5/32" A-6 segundo uns, possuía 2 tamanhos Subsérie AC, de cornetas curvas	
	2-chime	AA-1	1936 Chime tone utilizando cornetas type A Subsérie AAC, de cornetas curvas	AA-2
Type B	Single-chime	B-6	B-6 possuía pelo menos 2 tamanhos, corneta nervurada aparafusada na base/câmara B-7 possuía 4 tamanhos, corneta sem nervuras rosqueada na base/câmara Subsérie BC, de cornetas curvas	B-7
	2-chime	BB-1	<1940 Chime tone utilizando cornetas type B Subsérie BBC, com cornetas curvas	
Type D	Single-chime	D-5	<1940 Pelo menos 2 tamanhos, longa e curta	
	2-chime	DD-5	<1940 Chime tone utilizando cornetas type D	
Type E	Single-chime	E-2 E-24 E-44	1942 E-2 é rosqueada na base/câmara	
	3-chime	E-2B1 E-2B2 E-2B-3	1954 Chime tone utilizando cornetas type B e type E	



4.6.1 Types A e AC

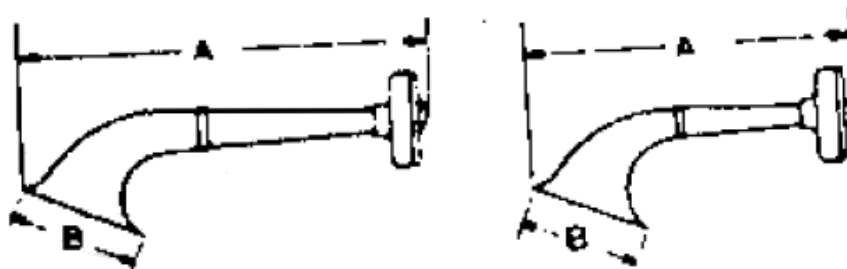
Single-chime

O catálogo de 1940 indicava as *type A* apenas para pedidos de peças de reposição. Não indicava nenhum tipo de base ou suporte para elas. Havia as seguintes opções:



corneta	afinação	Frequência Hz	comprimento total A	Ø boca B	C	conexão D	conexão E	peso lb	notas
A curta			13 9/16"	6 5/8"	1/2"	1/4"	1/8"	4,5	
A média			16 7/8"	"	"	"	"	"	
A longa			17"	"	"	"	"	"	

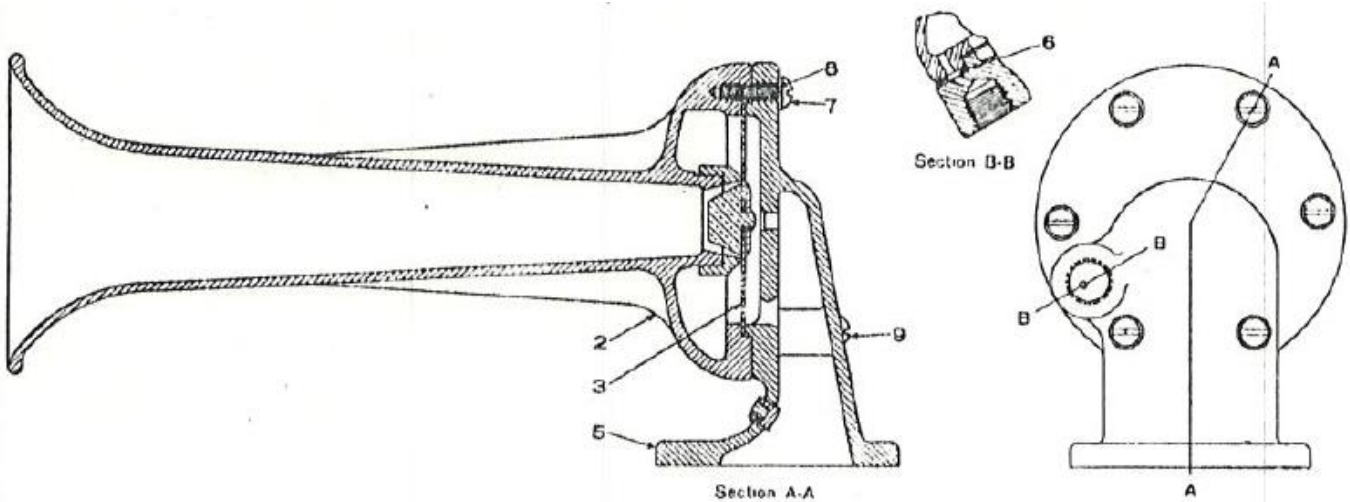
As *type AC* eram buzinas similares, provavelmente de mesma afinação, mas com a corneta curva.



A **WABCO** também produziu as *type A* com outras designações:

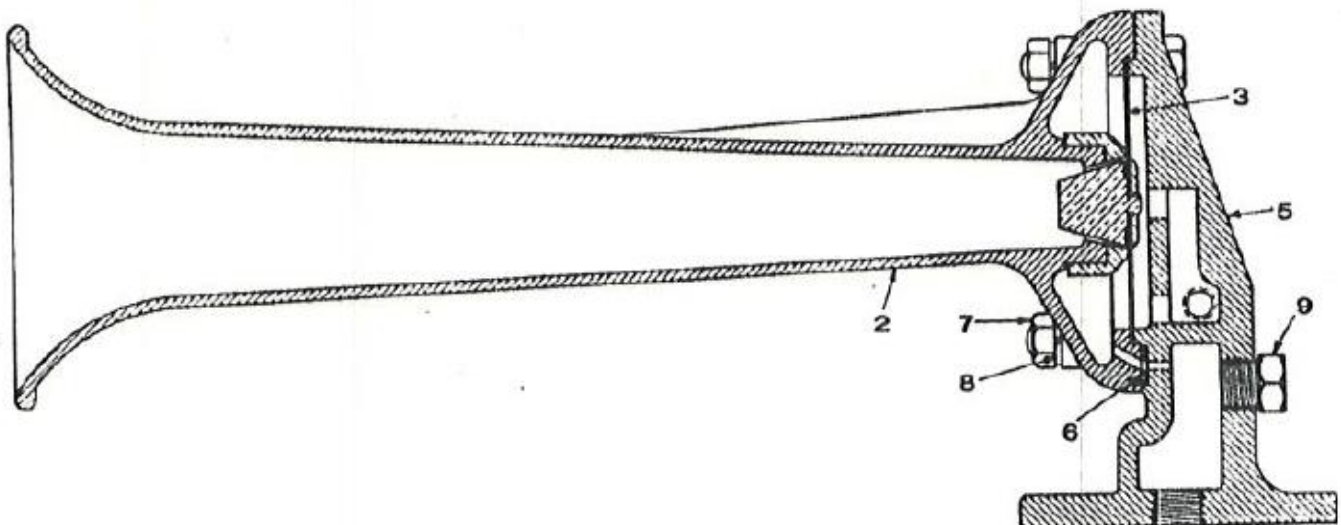
A-1 – buzina com corneta geralmente fabricada em bronze, parecida com a da **A-2**, exceto que não tem linhas ou nervuras laterais. A corneta vem com um bocal aparafusado no *cap*. Tinham 2 tamanhos, o maior afinado em D#, e o menor em G. Os diafragmas eram de um único e grosso disco, com a massa concentrada no centro.

A-2 – buzina de uma nota utilizada em manobreadas e pequenas locomotivas industriais, geralmente da **Alco** e da **GE**, sendo talvez a mais comum da **WABCO**. Era disponível em 2 modelos, com corneta de 15" (*long bell*, soando D) e 11 5/32" de comprimento (*short bell*, soando G), similares às da **A-1**, exceto por pequenos melhoramentos. Uma das diferenças eram as 4 nervuras nas cornetas da **A-2**, dando-lhes maior rigidez. Era similar à **Leslie A-125**. Até 2012, **Wabtec** ainda oferecia esta buzina, mas não é sabido de nenhuma grande ferrovia que a tenha adquirido. Eram fabricadas em ferro fundido e, portanto, eram muito pesadas, e tinham dois tipos de diafragma, um pesado e um mais leve. A buzina utilizada na manobreada **GE-70T** é a **A-2** curta (ela também utilizou as **M-3**), utilizada também nas famosas Russa e V8, que tinham um par delas. Não tem nenhuma porca aparente na câmara de potência.



A-2 de 15" (longa) e de 11 5/32" (curta)

A-6 – parece uma versão maior da **A-2**, com tamanho intermediário entre as **A-2** e as **B-6**. A corneta também tem nervuras nas laterais e montagem similar à da **A-2**. Não é certo qual era sua afinação, mas sua buzina longa podia produzir um A e a curta um C e até um D#. Seu uso em locomotivas não é bem documentado. A **WABCO** especificou essa buzina numa série de diagramas de freio 24-RL publicados nas 13ª, 14ª e 15ª edições da *Locomotive Cyclopedia of American Practise* (1947, 1950 e 1956). Apresenta 6 porcas levemente elevadas na câmara de potência.

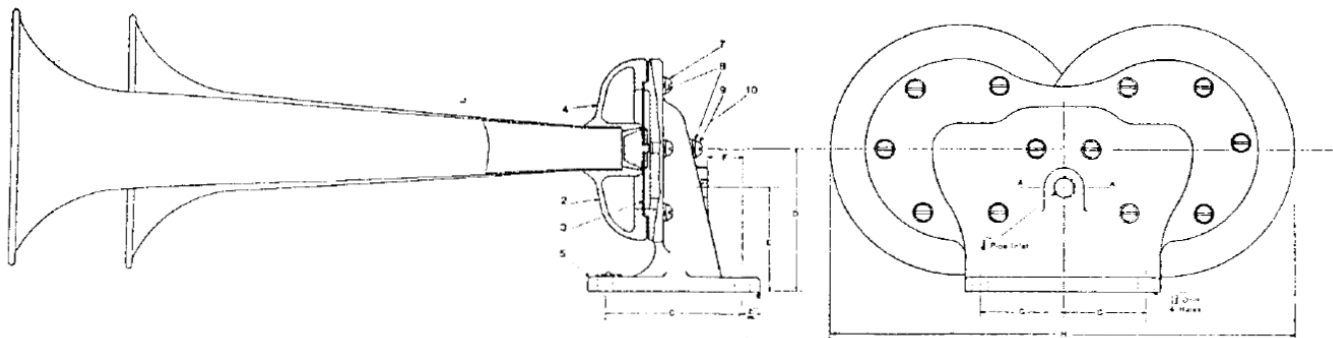






2-chime

AA-1 e **AAC-1** – primitiva buzina de 2 tons, utilizada em equipamentos interurbanos e antigas locomotivas. Era uma combinação de cornetas curta e longa *type A*, montadas num único *manifold*, podendo ser horizontais ou verticais. Em 1936 equipou os carros articulados da *Key System* da área da baía de San Francisco. Aparentemente foi descontinuada com a introdução da **AA-2**. Podia tocar um D# e um G, um terceiro intervalo. A AAC-1 era similar, porém com as cornetas curvadas.

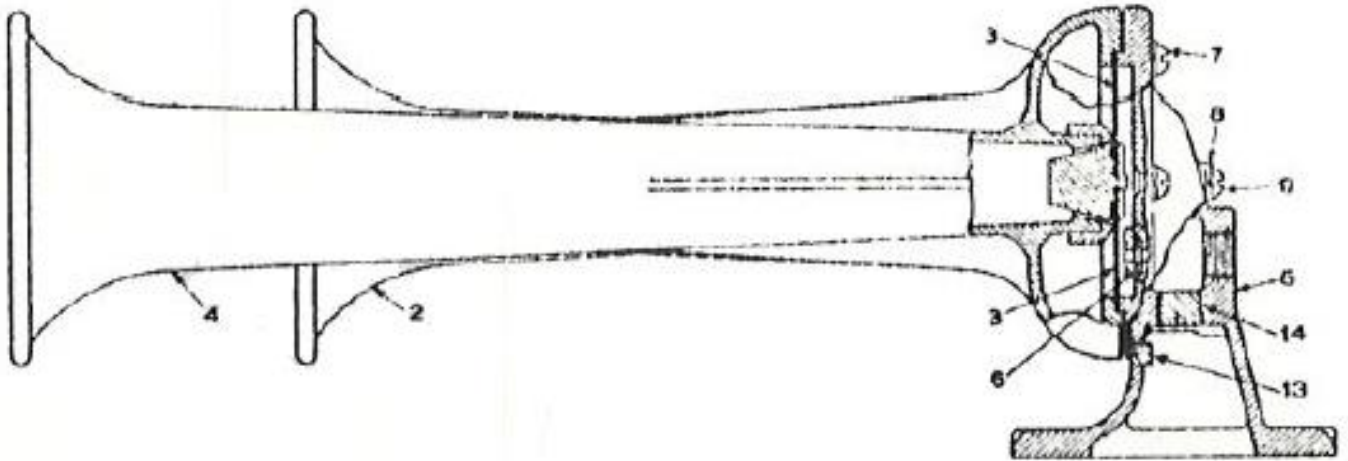


AA-1

buzina		afinação	comprimento total A	Altura total B	Altura linha de centro D	largura total H	peso lb	notas
AA-1			19 1/8"	6 5/8"	3 11/16"	11 7/8"	15	
AA-1			17 9/16"	-	-	-	13	
AAC-1			20 1/2"	13 3/8"	5 1/2"	-	28	



AA-2 – utiliza as cornetas curta e longa da **A-2** montadas num *manifold* comum, criando um agradável 4º intervalo perfeito D, G. Parece utilizar os mesmos *caps* de sua predecessora **AA-1**. Sua aplicação mais comum foi provavelmente em equipamentos urbanos, como o Metra, mas foi utilizada também em pequenas locomotivas industriais. Pelo menos até 2001 ainda era oferecida pela **Wabtec**. Seu uso mais comum foi provavelmente em *commuters*.



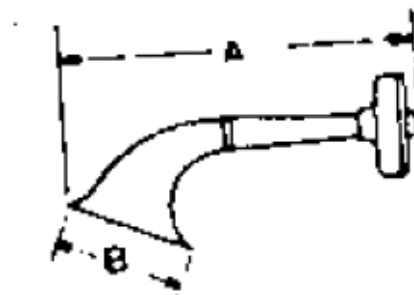
AA-2



4.6.2 Types B e BC

Single-chime

O catálogo de 1940 indicava as *type* BC apenas para pedidos de peças de reposição. Não indicava nenhum tipo de base ou suporte para elas. Similares às AC, tinham a corneta curva.

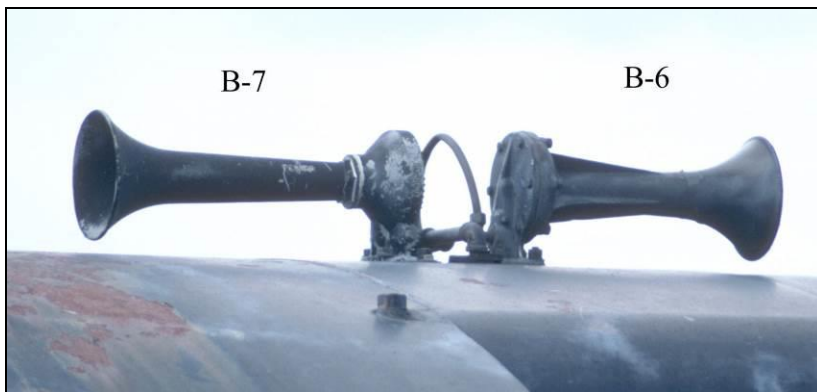


A **WABCO** produziu também a série B, entre as quais se achavam a **B-6** e a **B-7**. As **B-6** parecem ter sido produzidas por um período muito curto, diz-se que foram produzidas somente até aparecerem as **B-7** e as **A-6**. Não é certo como soavam, mas imagina-se que tenha sido A e C, o mesmo som de sua contraparte **A-6**. A **B-6** era disponível em pelo menos 2 tamanhos, visto que 2 delas foram utilizadas na **E-2B-1** junto com uma **E-2**.

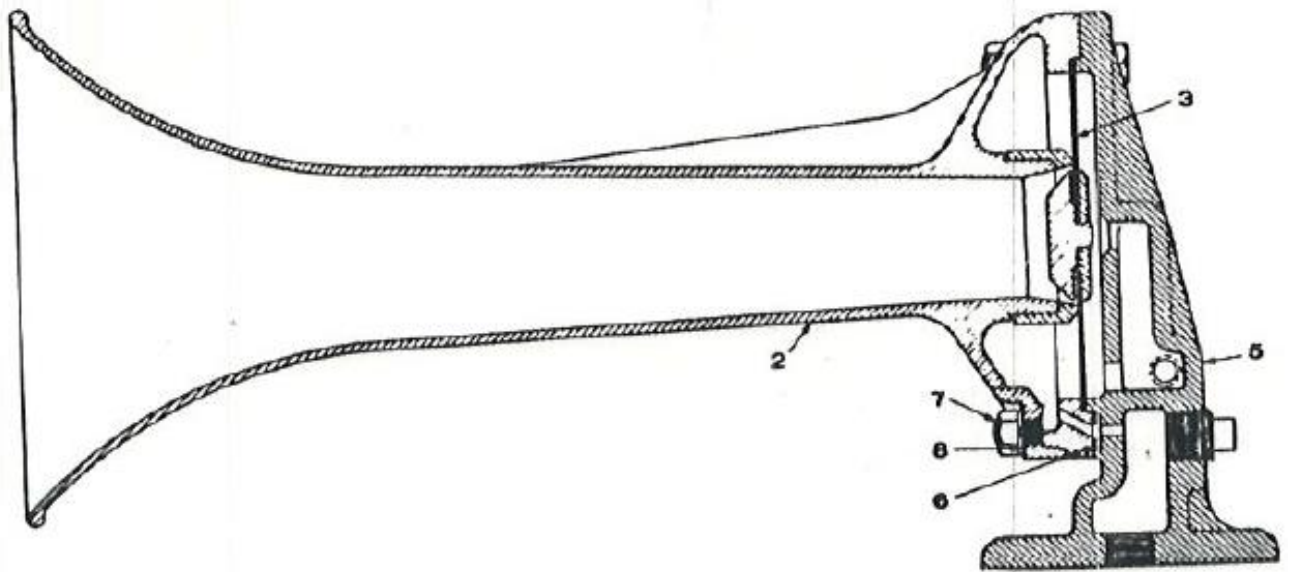


B-6

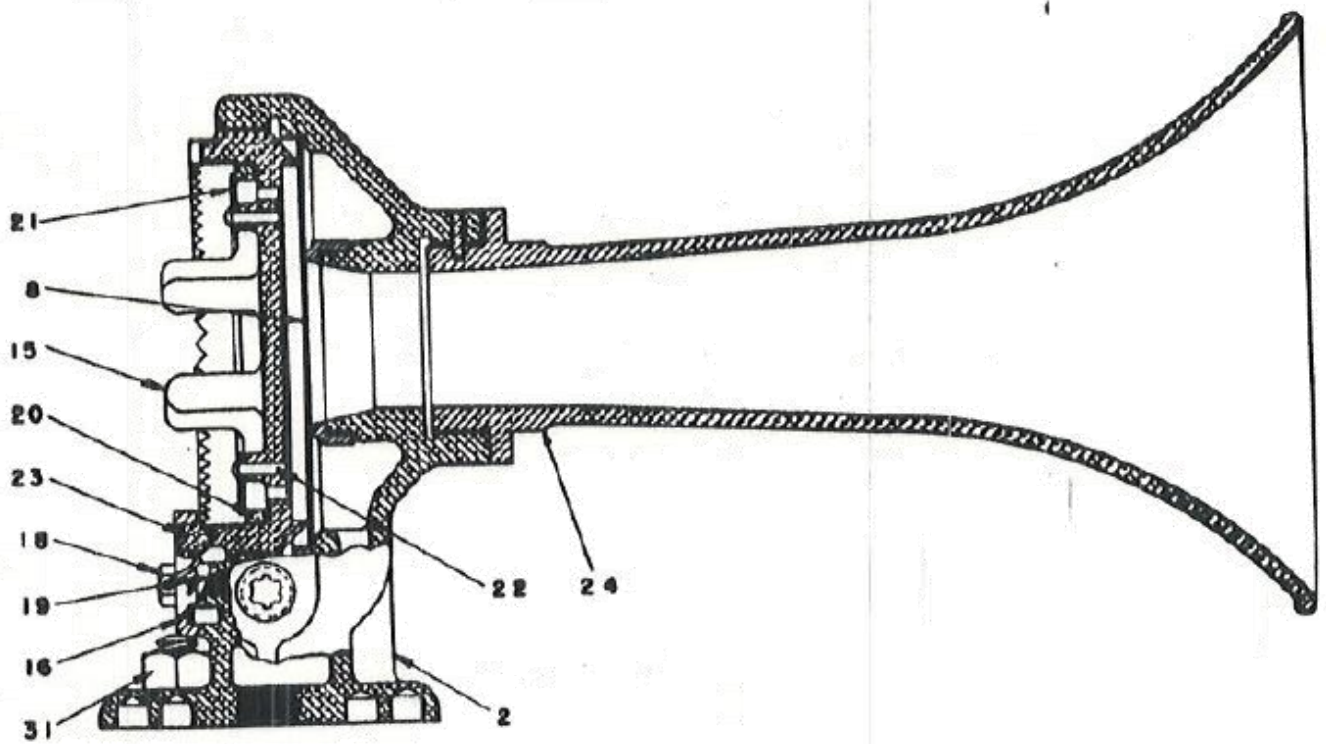
Por outro lado, a **B-7**, substituta da **B-6**, era totalmente diferente, utilizando um diafragma simples de aço inoxidável, com sede bem menos complicada. As cornetas eram presas à base por pinos. Quatro tipos de cornetas foram catalogadas: **B-7-21** (A below middle C, ou A3), **B-7-25** (middle C, ou C4), **B-7-30** (entre D e D#, ou D⁺) e **B-7-36** (entre F e F#, ou F⁺). Eram geralmente utilizadas em conjunto com as **E-2** formando uma **E-2B-X**.



B-7 e um par B-7 e B-6, mostrando a diferença das duas



B-6

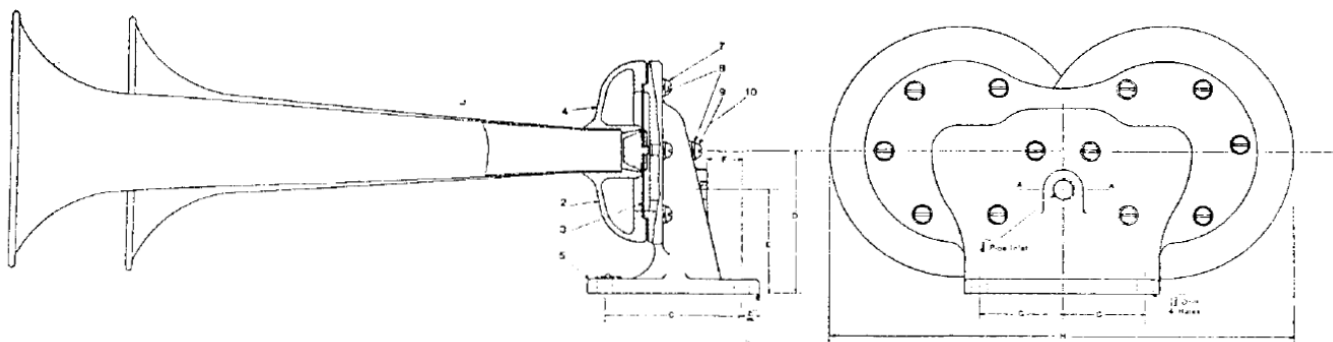


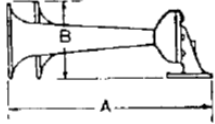
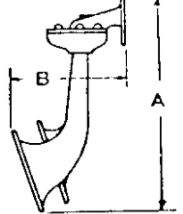
B-7



2-chime

BB-1 e **BBC-1** – apareciam no catálogo de 1940. Similares às AA-1 e AAC-1, porém as cornetas eram maiores.



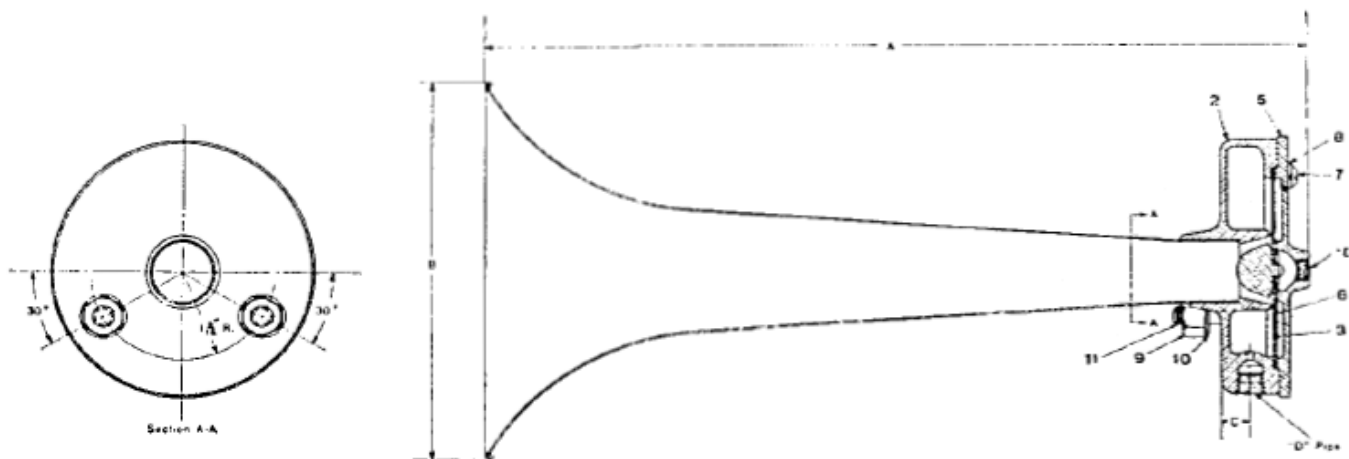
buzina		afinação	comprimento total A	Altura total B	Altura linha de centro D	largura total H	peso lb	notas
BB-1			25 15/16"	7"	5 1/2"	17 1/2"	28	
BBC-1			27 11/16"	13 3/8"	5 1/2"	-	28	



4.6.3 Type D

Single-chime

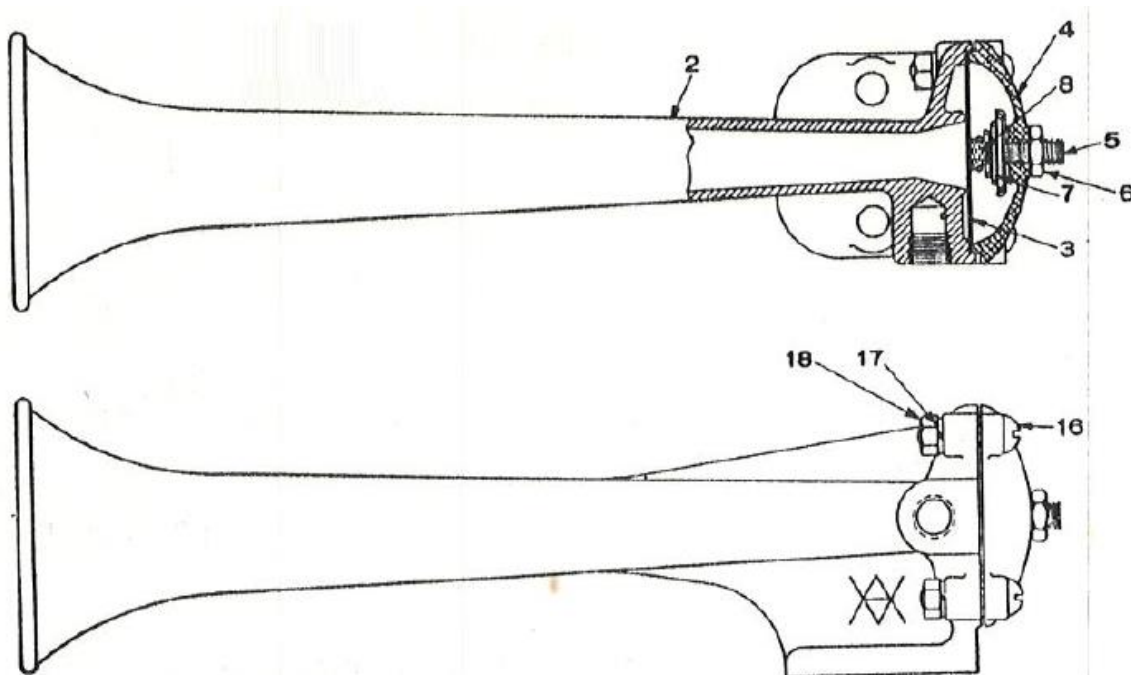
O catálogo de 1940 indicava as *type D* apenas para pedidos de peças de reposição. Não indicava nenhum tipo de base ou suporte para elas. Havia a seguinte opção:



corneta	afinação	Frequência Hz	comprimento total A	Ø boca B	C	conexão D	conexão E	peso lb	notas
D			17 5/8"	5 1/16"	11/32"	1/8"	1/4"	2,5	Opção niquelada

A **WABCO** também produziu as *type D* com outras designações:

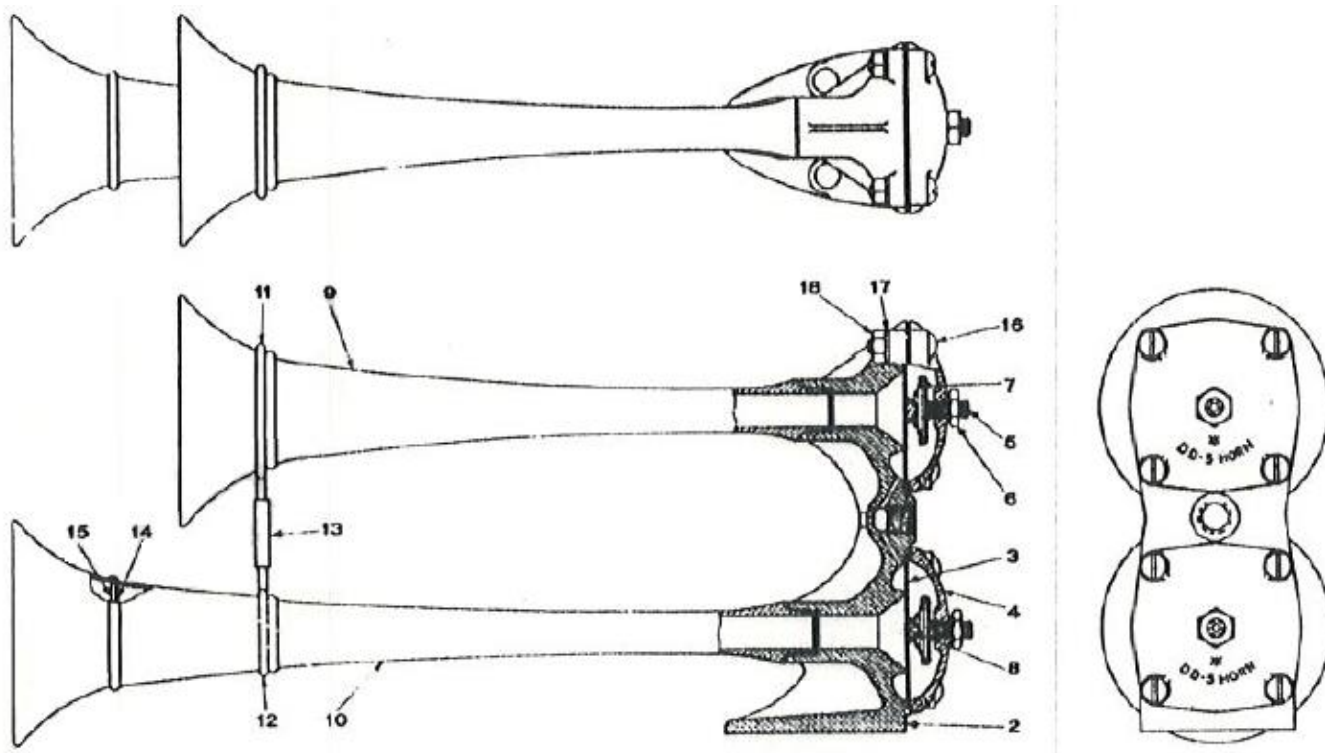
D-5 - com cornetas longa e curta, com a longa tocando F e a curta tocando G. São semelhantes em aparência às buzinas de caminhões. O mesmo diafragma é utilizada nas 2 cornetas. Há um parafuso de ajuste que influencia na pressão de operação da buzina, detalhe único da série. Surgiram no mercado aproximadamente na mesma época que as **A-1**.





2-chime

DD-5 - uma combinação de 2 cornetas com a mais curta montada na posição vertical sobre a mais longa, tocando um F e um G#. A **WABCO** autorizou outras empresas, como a **Bendix-Westinghouse**, a fabricarem esta buzina.



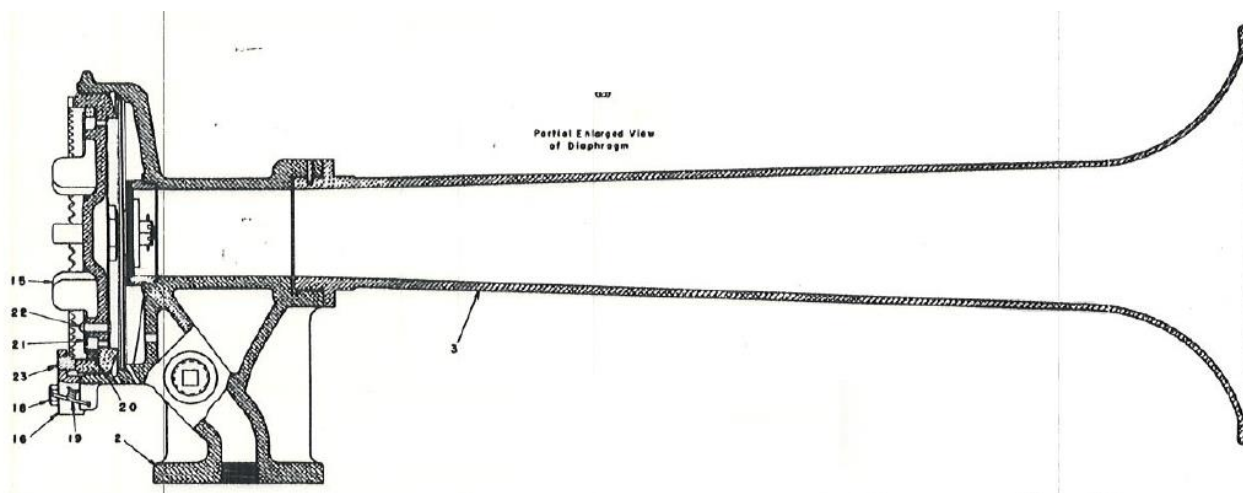


4.6.4 Série E

As cornetas são longas e bem curvadas na boca, com uma aparência *streamlined*. Os diafragmas tem diâmetros diferentes para cada corneta, e as cornetas são rosqueadas nas câmaras, não são fundidas integralmente. Cada corneta tem sua própria base. No caso da buzina 3-chime, as cornetas das extremidades são inclinadas 3° em relação à central, um ponto para rápida identificação dessas buzinas. As faces dos caps são planas, mas com 4 projeções retangulares juntadas no centro, para uso no seu desrosqueamento das cabeças. Não possuem modelos 4-*chime* e 5-*chime*.

Single chime

E-2 – quando devidamente afinada produz um som inesquecível em Fá (F), geralmente confundido com da **A-200**. Possui uma corneta mais longa e mais fina que da **A-200**, e a tampa traseira tem pequenos dentes em sua volta, que são utilizados para fechá-la quando da afinação. A **A-200** tem um parafuso tensionador no topo e 4 grandes dentes destacando-se da tampa traseira. Reconhecidas essas diferenças entre as duas, elas são mais que simples buzinas de “balido”. A **E-2** tem um conjunto de diafragma bem complexo, consistindo em 14 diferentes partes, os distribuidores com 6 discos e os diafragmas por 3 discos, conhecidos por trincarem. As mais antigas eram feitas de ferro fundido, mas as mais recentes foram fundidas em alumínio, com moldes de areia⁵. Foram utilizadas por várias ferrovias e eram populares nos primórdios da dieselização, principalmente nas locomotivas **Alco**, que parece ter preferido a **E-2** como um padrão nas unidades de percurso, e **Fairbanks Morse**. Como as **A-200**, eram geralmente utilizadas em pares, com uma delas revertida. É a buzina original utilizada nas locomotivas **MX-620**, **G-22**, **E-7**, **E-8**, **GP-7**, **F-2**, **F-3**, **F-7**. Parecer ter sido usada também em algumas **G-8** e **G-12**. A **WABCO** produziu essa buzina até o final de 1990s, porém somente para exportação.



E2

E-24 – buzina pouco conhecida e que era geralmente utilizada com a **E-2B-2**. Supõe-se que soava um B3 (B *below middle C*).

⁵ Uma buzina que foi de uma MX-620, portanto década de 1980, foi fundida inteiramente em bronze.



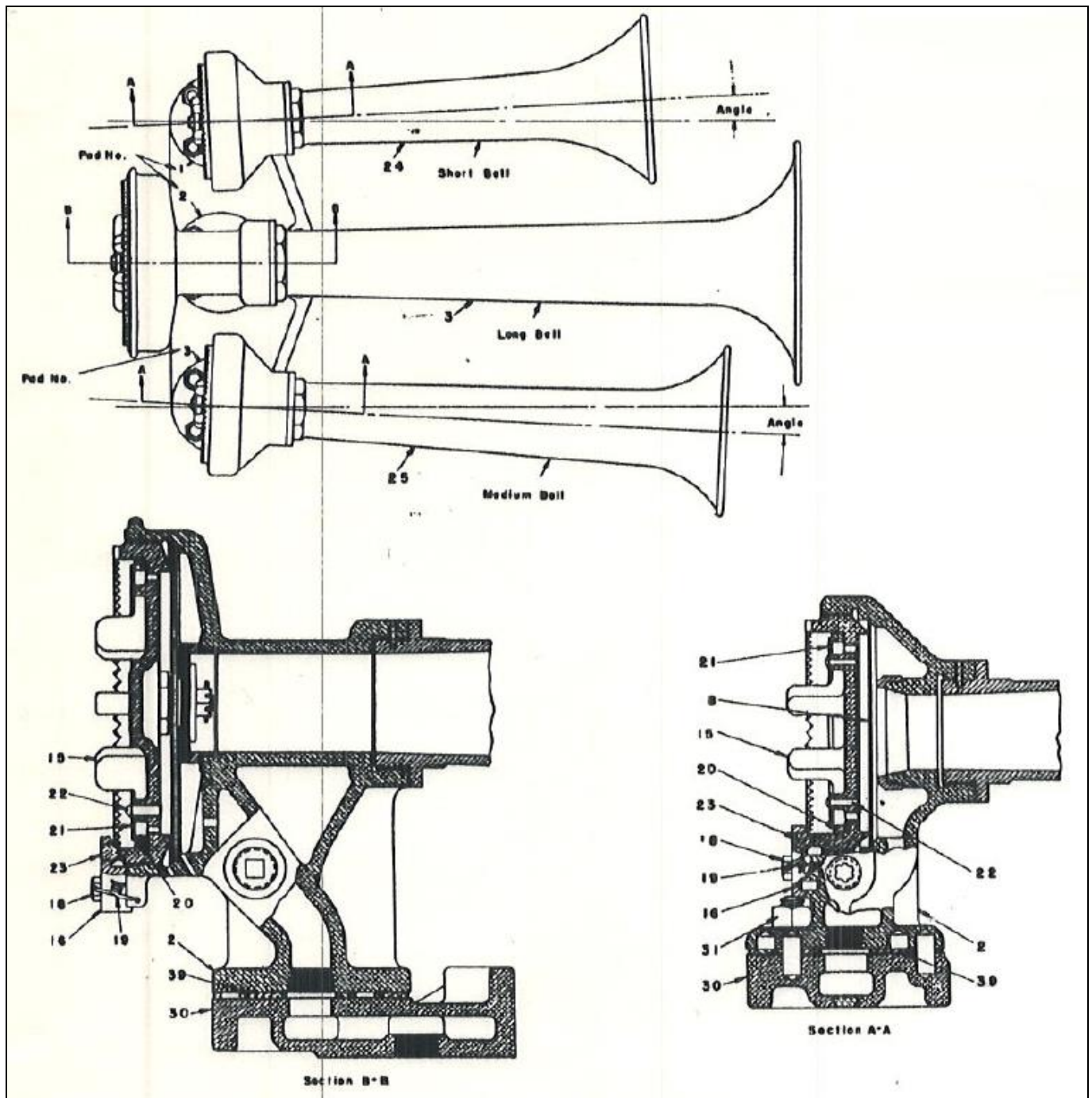
E-44 – buzina que forma parte da **E-2B-3** de 3 tons, diferenciando-se da **E-2** por ter a corneta muito curta. Seu diafragma é composto de somente 2 discos de aço inoxidável, comparado ao complexo conjunto da **E-2**. Produz um A em 440 Hz.



3-chime

Buzinas surgidas em 1954, em resposta à crescente popularidade das **Leslie** e **AirChime**. Consistiam de cornetas das séries “E” e “B”, montadas num *manifold* comum, com as 2 cornetas externas montadas num ângulo de 3° para fora em relação à corneta central. Nunca atingiram grande penetração no mercado.

E-2B-1 – originalmente consistia numa **E-2** curta no centro ladeada por duas **B-6** de cornetas longas. Essa configuração logo foi melhorada, passando a contar com uma **E-2** curta no centro (*long bell*) ladeada por cornetas **B-7-21** (*medium bell*) e **B-7-25** (*short bell*), abertas num ângulo de 3°. As posições dessas cornetas laterais podiam variar, e deveriam ser especificadas no pedido, como um sufixo do *part number*.. Foi provavelmente a mais vendida da linha, apesar de não ser nenhum belo acorde musical em particular: F, A, C. Utilizada nas diesels de 1ª geração (GP-7, GP-9) da *Pennsylvania Railroad*, por exemplo, e nas suas elétricas experimentais de 1.950s.



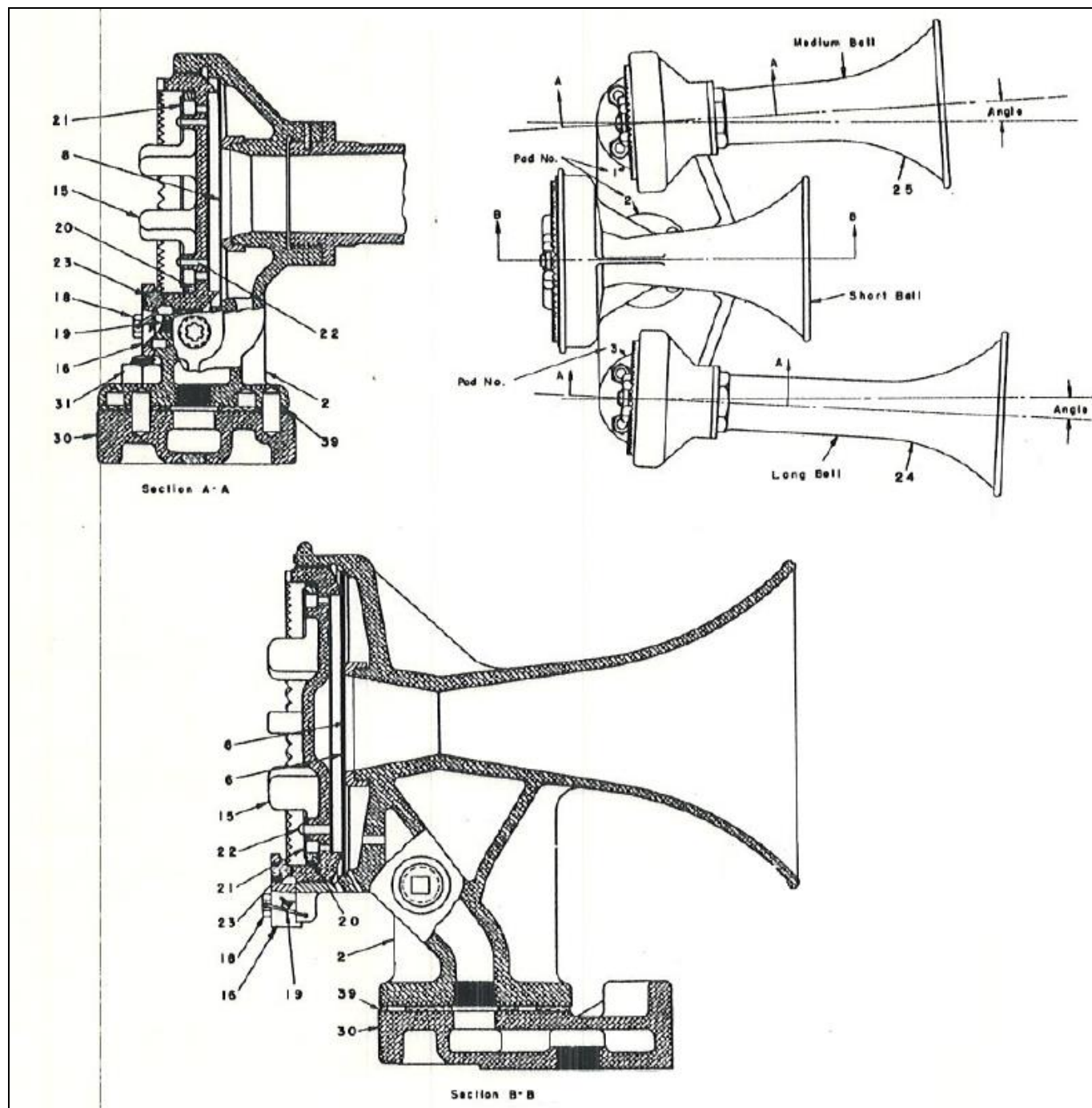


E-2B-1

E-2B-2 – combinação das cornetas **E-24** (*long bell*), **B-7-30** (*medium bell*) e **B-7-36** (*short bell*). Podia produzir um B e tons entre D e D#, e entre F e F#. Mesmo diagrama acima das **E-2B-1**.



E-2B-3 - era de tom mais alto, consistindo nas cornetas **E-44** (short bell), que podia ser revertida se desejado, flanqueada pelas **B-7-30** (medium bell) e **B-7-36** (short bell), que também podiam ter as posições invertidas. A **E-2B-3** não foi uma buzina comum nas ferrovias, mas pode ser encontrada no teto da RS-3 #34 da *Alton & Southern* e algumas locomotivas da *Louisville & Nashville*. Soava A, e tons entre D e D# e entre F e F#. Seu som único pode ser atribuído à estranha afinação das **B-7** (meio sustenido).





E-2B-3



Cornetas Wabco

corneta	afinação	frequência	comprimento total	notas	peso,lb
A-1 longa	E			bronze	
A-1 curta	G#			bronze	
A-2 longa	D		15"	ferro fundido	10 ½
A-2 curta	G		11 5/32"	ferro fundido	9 ½
A-6 longa	A			somente A6 (310 Hz ou D#) segundo	10 ¾
A-6 curta	C			Five Chime Consultants	10 ¾
B-6 longa	A3 ♭	210			11
B-6 curta	C4	255			11
B-7-21	A3 ♭	210	20"		7 ¾
B-7-25	C4	255	17"		7 ½
B-7-30	D4 †	300	14 ½"	Estranha afinação meio sustenido	7
B-7-36	F4 †	360	12"	Estranha afinação meio sustenido	6
D-5 longa	F				3 ¾
D-5 curta	G				3 ¾
E-2	F3	175	27 ¾" (10" na boca)	ferro fundido, depois alumínio	14 ½
E-24	B3	248			
E-44	A4	440			

O peso das A-2 passou de 10 ¾ para 10 ¼ lb

A B-7-36 passou a ser simplesmente B-7 e as outras 2 especificações desapareceram

Em 1978 havia somente os modelos A-2, AA-2, B-7, D-5 e E-2

AA-2 ainda era fabricada em 1988

Série A

modelo		afinação original	cornetas						peso lb	obs.
			A1I	A1c	A2I	A2c	A6I	A6c		
A-1	short bell	G#		X						
	long bell	E	X							
A-2	short bell	G				X				GE 70t, Russa, V8
	long bell	D			X					
A-6	short bell	C						X		
	long bell	A					X			
AA-1	A-1 longa + curta	Major 3 rd interval (E, G#)	X	X						carros articulados da Key System, San Francisco
AA-2	A-2 longa + curta	Perfect 4 th interval (D, G)			X	X			20	Metra

Série B

modelo		afinação original	cornetas						obs.
			B6c C4	B6I A3 ♭	B-7-21 A3	B-7-25 C4	B-7-30 D4 †	B-7-36 F4 †	
B-6	B-6 longa	A3 ♭		X					
	B-6 curta	C4	X						
B-7	B-7-21	A3			X				
	B-7-25	C4				X			
	B-7-30	D4 †					X		
	B-7-36	F4 †						X	

Séries D e E

modelo		afinação	cornetas											obs.
			B6c C4	B6I A3	B-7-21 A3	B-7-25 C4	B-7-30 D4 †	B-7-36 F4 †	D5c G ou G#	D5I F	E-2 F3	E-24 B3	E-44 A4	
D-5	longa	F								X				
	curta	G							X					
DD-5	longa + curta	Major 2 nd interval (F, G)							X	X				4 lb
E-2		F3									X			G-22 algumas G-8 algumas G-12
E-24		B										X		
E-44		A											X	
E-2B	E-2B-1 antiga	F major (F, A, C)	X	X							X			
	E-2B-1 mod.	F major (F, A, C)			X	X					X			36 lb
	E-2B-2	 B, D, F B major segundo Deane H. Ellsworth					X	X				X		33,5 lb
	E-2B-3	 D, F, A B major 2 nd position Segundo Deane H. Ellsworth					X	X					X	29,5 lb



4.7 HANCOCK MANUFACTURING COMPANY

Hancock foi um nome bem familiar na era do vapor, empresa que se tornou uma divisão do grupo **Manning, Maxwell & Moore, Inc.** Produziu várias aplicações para locomotivas, como o popular apito a vapor de 3 tons. Quando da dieselização, a **Hancock** tentou se ajustar de forma a se manter competitiva no novo mercado. Tinha vasta experiência com os apitos a vapor, mas nenhuma com buzinas a ar. As locomotivas a diesel eram uma tecnologia emergente, e os primeiros modelos tinham a buzina de um só tom, que soava apelativa ao público em geral. Desta forma, a **Hancock** lançou uma linha de apitos a ar, numa tentativa de simular os apitos a vapor e dar um caráter mais romântico às novas locomotivas. Sua produção foi do final de 1950s ao final de 1960s, e grandes usuários foram a *New York, New Haven and Hartford Railroad*, a *Seaboard* e a *Minneapolis Northfield & Southern*, além de outras pequenas ferrovias. No entanto, esses apitos não eram consistentes e eram difíceis de ouvir em altas velocidades, e, principalmente por razões de segurança, as ferrovias classe I substituíram os seus por buzinas a ar, como a MN&S, logo que se fundiu na *Soo Line*. Alguns sobreviveram em locomotivas de linhas pequenas e industriais.



A **Hancock** ofereceu 3 tipos diferentes de apitos a ar, para uso nas locomotivas a diesel e elétricas. O mais comum foi o **4700**, que consistia num apito e numa cavidade retangular tipo concha ou refletor, utilizada para projetar o som à frente da locomotiva, ao invés dos outros apitos multidirecionais. Foi muito utilizado nas locomotivas a vapor da UP, da SR e outras ferrovias. O segundo modelo foi o **4700-2**, basicamente o mesmo **4700** com um aquecedor no refletor para evitar o congelamento. O último modelo foi o **H4700** ou **4710**, também basicamente o mesmo **4700**, mas sem o refletor. Alguns **4700** permanecem em serviço até hoje.



Hancock 4700 e 4710

tipo	afinação original	notas
4700	A major 2 nd inversion (E, A, C#)	com refletor
4700-2	A major 2 nd inversion (E, A, C#)	com refletor e aquecedor
4710 ou H4700	A major 2 nd inversion (E, A, C#)	sem refletor

Apesar da afinação A maior 2ª inversão (E, A, C#), com o tempo alguns apitos produziram algumas variantes, sendo comum o acorde Asus4 (E, A, D). Esses apitos tem 14" de comprimento e 4" de diâmetro. O refletor mede 7" de comprimento, 17½" de largura e 12" de altura.

- 0 -

4.8 BUELL AIR HORNS

<http://www.buellairhorns.com/>

Fundada em 1912 como **The American Strombos Co.**, na Philadelphia, Pennsylvania, a **Buell** vendeu buzinas de caminhão modificadas para uso ferroviário. No início da dieselização, suas buzinas eram relativamente comuns, quando os únicos grandes competidores eram a **Wabco** e a **Leslie**. Eram geralmente utilizadas em pequenas locomotivas e equipamentos elétricos interurbanos. Recentemente a **Buell Manufacturing Company** disponibilizou uma linha de buzinas a ar para equipamentos ferroviários: *single*, *3-chime* e *5-chime*. Não são tão robustas quanto as de seus competidores, mas atendem aos requisitos de ruído da FRA, são baratas e agradáveis de ouvir. Está localizada atualmente em Lyons, Illinois. Existe também a linha **Strombos Air Horns**, destinada a uso industrial e marítimo.



modelos single, 3-chime e 5-chime



kit de 4 cornetas para locomotivas industriais

part numbers das cornetas	frequência	afinação	dimensões		obs.
			comprimento total	diâmetro	
42918	246	B3	19,5"	5"	
42915	311	D4#	16,25"	5"	
42912	349	F4	14,75"	5"	
42910	415	G4#	12,75"	5"	

modelo	dimensões, polegadas			peso, lb
	largura	comprimento	altura	
single	6,5	14	7	8
3-chime	14,5	17	10,5	39
4-chime kit (1)		19,5		16
5-chime	32,5	20	10,5	48

Nota 1: as cornetas têm 19,5", 16,25", 14,75" e 12,75" de comprimento e 5" de diâmetro; não tem um *manifold* comum



buzina a ar antiga fabricada pela Strombos

4.9 GUSTIN-BACON MFG. CO.

A **Gustin-Bacon Mfg. Co.**, de Kansas City, Missouri, disponibilizou buzinas a ar para uso em equipamentos ferroviários pelo menos até 1935. Sabe-se muito pouco sobre a história dessas buzinas, mas elas foram utilizadas por exemplo em alguns veículos gás-elétricos e diesel-elétricos da *Frisco*, e até em locomotivas a vapor.



internos de uma buzina Gustin-Bacon

4.10 GROVER PRODUCTS CO.

Desde 1936 a **Grover** fabrica buzinas para caminhões. Produziu também buzinas para tratores, trens e barcos. Suas buzinas são fundidas em bronze, com acabamento cromado ou anodizado, e os diafragmas em aço inoxidável.



Grover 1275 de 3 cornetas (11", 15" e 17")

4.11 KAHLENBERG INDUSTRIES, INC.

<http://www.kahlenberg.com/>

Apesar de ter anunciado buzinas para ferrovias, parece que esse antigo competidor nunca vendeu uma delas. Ironicamente, comprou as divisões náutica e industrial da **AirChime Ltd.** em 2007, mas a divisão de buzinas ferroviárias da **AirChime** foi adquirida em 2009 pela **Micro Precision Group**. A **Kahlenberg**, no entanto, é forte no mercado de buzinas navais. Além das buzinas a ar, produz também buzinas elétricas, bem como apitos a ar e a vapor.



O2M Musical Air Horn



D-1 Air Horn



T-1 Air Horn



D-2 Air Horn



T-2 Air Horn



T-3A Air Horn



Q-3A Air Horn



F-3 Air Horn



KDT-123 Air Horn

buzinas marítimas

buzinas para uso marítimo comercial/militar

cornetas	modelo	cornetas, Hz															peso lb	obs.
		106	110	134	135	165	171	212	220	250	254	266	280	295	322	330		
1	S-0A														X		4,75	(1)
	S-330															X	4,75	(2)
	S-330-DVM-H															X	12	(2)(4)
	KM-250									X							20	(3)
	KM-250-DVM-H									X							27	(3)(4)
	KM-165					X											31	(3)(6) Arena/Stadium
	KM-165-DVM-H					X											37	(3)(4)(6)
	KM-135				X												37	(3)(6) Arena/Stadium
	KM-135-DVM-H				X												43	(3)(4)(6)
2	KM-110	X															46	(6) Arena/Stadium
	KM-110-DVM-H	X															52	(4)(6)
	D-0A										X				X		9	(1)
	D-330												X			X	9	(2)
	D-1																	
	D-2							X				X					33	(2)
3	D-2CVL							X				X						(2)(5)
	D-4A						X		X								145	(3)
	T-0A										X			X	X		16	(1)
4	T-4A			X			X		X								185	(3)
	Q-4	X		X			X		X								280	(3)

- (1) marítma, barcos menores que 20 m
 (2) marítma, barcos de 20 a 75 m
 (3) marítma, barcos de 75 a 200 m
 (4) válvula externa aquecida
 (5) válvula externa elétrica
 (6) marítma, barcos maiores que 200 m

buzinas marítimas para lazer

cornetas	modelo	buzinas marítimas para fazer cornetas, Hz																						peso, lb	obs.	
		142	164	174	196	208	212	220	247	252	261	265	283	284	293,6	311	322	329,6	349	375	385	392	460 B4 b			462
1	K-460																						X		1,5	(1)
2	K-380																				X			X	3,5	(1)
3	T-1								X							X				X					23	(2)
	T-2						X				X							X							54	(2)
	T-3A					X					X					X									75	(2) Arena
4	Q-3A			X				X					X			X									100	(2)
5	F-2			X				X			X					X			X						100	(2)
	F-3	X		X		X			X				X												114	(2) Arena
6	KDT-123	X	X			X								X				X			X				110	(2) Arena
8	O2M				X			X	X		X				X			X	X			X			125	(2)

- (1) barcos menores que 20 m
 (2) barcos de 20 a 75 m

buzinas industriais

cornetas	modelo	cornetas, Hz						peso, lb	obs.
		311	322	370	470	622	745 F5#		
1	CA						X	3,2	
	CA-E						X	4	Inclui válvula solenóide
	K-1	X						7	
	K-2			X				6,5	
	K-3				X			6,5	
	K-5					X		4,5	
2	CA-2-1R2						XX	8	
	BI-0A		XX					9	Golf course
	BI-0A-SC		XX					85	Self Contained compressor
	K-25			X		X		11,5	
	K-1R1	XX						14	

buzinas para sinalização de massa

cornetas	modelo	cornetas, Hz								peso, lb	obs.
		135 C3#	165 E3	207	311 E4 ♭	370 F4#	470 C5	622 E5 ♭	745 F5#		
3	KM3-165-WF		XXX							210	
4	K4-1-ENHC				XXXX					50	
	K4-1-SC-460-230				XXXX					250	Self Contained compressor
	CA-4								XXXX	35	
	KM4-135-EN	XXXX								584	
	K4-1				XXXX					36	
	K4-3						XXXX			26	
	K4-5							XXXX		23	
	Q3-483-2			XXXX						130	
8	K4-12				XXXX	XXXX				73	
	K4-12-EN				XXXX	XXXX				240	
	K4-25					XXXX		XXXX		54	

buzinas para eventos esportivos

cornetas	modelo	cornetas, Hz					peso, lb	obs.
		174	208	212	261	311 E4 ♭		
2	K-1L1-SB				X	X	21	Scoreboard
	D-2 282-2	X		X			33	
4	Q3-483-3	X	X				100	

4.12 BURNETT POWER SAWS & ENG. CO., LTD.

Fabricante canadense licenciado da **AirChime**, assim como a americana **Nathan**. Entretanto, por alguma razão desconhecida, algumas de suas buzinas desviavam das especificações da **AirChime**, com as cornetas mais longas ou mais curtas. Suas **M-5H**, por exemplo, tocavam C#, F, G, A#, C#. Isso seria possível encurtando a corneta #4 e alongando a #2, por exemplo. Outros acordes famosos das **Burnett M-5** incluem (C#, E, G, A#, D#), (C#, D, F#, A, C#), (C#, D#, F#, A#, C#) e (C#, E, G, A, D), e uma **M-3H**, versão canadense da **M-3** que tocava D#, F#, A#.



Burnett M-3 como adquirida e já restaurada



Burnett M-5 com afinação C#, D#, F#, A#, C#.



4.13 A. C. CORRÊA & CIA. LTDA.

<http://www.accorrea.com.br/>

Fabricante brasileiro que atua também no mercado internacional, com experiência e tecnologia no segmento ferroviário. Especializada em usinagem, corte de chapas, montagem de conjuntos e sub-conjuntos, oferece aos seus clientes uma variedade de produtos essenciais para a implementação de projetos ferroviários de locomotiva, vagão, via permanente, entre outros. Fabrica também buzinas ferroviárias, de 3 cornetas com *manifold* baixo ou alto (P3), podendo-se adaptar mais 2 cornetas no *manifold* alto e transformá-la em P5.

cornetas	afinação	frequência	comprimento total	obs.
1	C4	277		
2	E4	330		
3	G4#	415		
4	A4	440		
5	C5	523		

tipo	afinação	cornetas					obs.
		1	2	3	4	5	
P3	A major (C#, E, A)	X	X		X		
P5	 (C#, E, G#, A, C)	X	X	X	X	X	



P3 perfil baixo e P3 perfil alto



P3 e P5 perfis altos



4.14 CUNNINGHAM AIR WHISTLES

<http://www.cunninghamairwhistles.com/>

Cunningham Air Whistles



Antigamente chamada **Allan Cunningham Air Whistles**, existente desde a década de 1930 pelo menos. Atualmente divisão da **Olympic Instruments Inc.**, é um fabricante americano de buzinas de bronze usinadas a partir de fundidos, em vários tamanhos e com 5 tamanhos diferentes de diafragmas. Segundo o fabricante, as aplicações são marítimas (comercial e lazer), alarmes de incêndio e segurança, industriais (fábricas, mineração etc.), plataformas de petróleo e operações de madeiras.



Olympic Instruments
For Dispensing Wire and Cordage



Disponíveis nas especificações:

- 1H, 2H, 3H, 4H, 5H
- 1M, 2M, 3M
- 1L, 2L, 3L, 4L, 5L

4.15 KLEINN AIR HORNS

<https://kleinn.com/air-horns/>

Fabricante que produz buzinas ferroviárias, além de outras aplicações. Não informa quais as notas das buzinas.

cornetas	modelo	cornetas, polegadas											peso lb	acabamento
		9¾	10½	11	11½	14	14¾	15	15½	16	17½	18¾		
2	220		X						X				6,2	preta
	225	X						X					6	preta
3	230				X				X		X		10	preta
	500			X		X				X			13,8	cromada
	501			X		X				X			14,9	cromada
	502			X		X				X			15,3	cromada
	630				X				X		X		12	cromada
	730		X				X					X	14	preta



4.16 FEDERAL SIGNAL CORPORATION

<https://www.fedsig.com>

Fabricante que produz equipamentos de sinalização sonora, incluindo buzinas, sirenes, sinos, etc.



Buzinas a ar 3H (menor, 750Hz) e 6H (maior, 295Hz)

4.17 IBUKI KOGYO COMPANY, LIMITED

http://www.ibukikogyo.co.jp/english/prd02/product02ul_75.html

Fabricante japonês que produz buzinas a ar e outros equipamentos de sinalização sonora, para navegação e uso em interiores.

Alguns modelos marítimos são as séries A200, A180, A150, A100 e 85, e para uso interior a série 75.



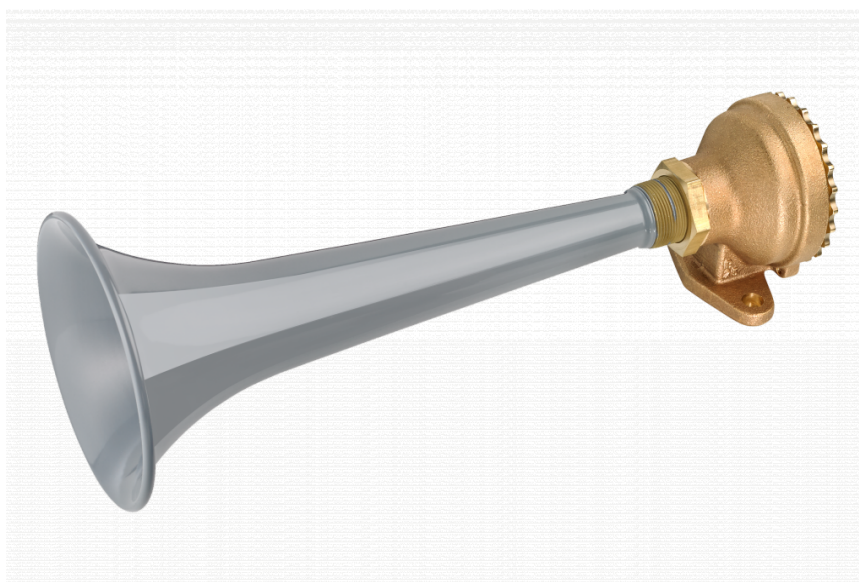
4.18 ZÖLLNER SIGNAL GMBH

<https://www.zoellner.de/en/>

Fabricante alemão que possui uma linha ferroviária, as séries Makrofon e Zetfon. A série Makrofon pode atender às normas UIC 644 1980-07 e TSI EM 15153-2:2013.

modelos UIC (1 corneta)	frequência
M75F/370.1	370
M75F/660	660
M75/370.1	370
M75/660	660
ZM75/660	660
M125/370	370

	modelos UIC (2 e 3 cornetas)	frequência	Afinação
Opção a	ZM75/370.1 + ZM75/311	311+370	Minor 3 rd interval D4#, F4#
Opção b1	ZM75/660 + M75F/660	660	E5
Opção b2	ZM75/370.1 + M75F/370.1	370	F4#
Opção c	ZM75/470 + ZM75/370.1	370+470	Major 3 rd interval F4#, A4#
Opção d	ZM75/622 + ZM75/470 + ZM75/370.1	370+470+622	D# minor F4#, A4#, D5#



4.19 VIXEN HORNS

<https://vixenhorns.com>

Fabricante que possui uma linha ferroviária. Não informa as notas das buzinas.

cornetas	modelos	frequência	peso, lb
3	VXH3418C		13
	VXH3418B		13
	VXH3318B		13
	VXH3318		13
	VXH3311C		6,5
	VXH3311B		6,5
	VXH3118B		6,5
	VXH3118		6,5
	VXH3114LC		3
	VXH3114LB		3
4	VXH4318B		13
	VXH4318		13
	VXH4124B		4
	VXH4124C		4
	VXH4114B		3
	VXH4114		3





4.20 WOLO MANUFACTURING CORPORATION

<http://wolo-usa.com/>

Fabricante americano fundado em 1965. Produz buzinas ferroviárias a ar, buzinas musicais, elétricas, especiais, marítimas, para caminhões, portáteis, industriais, sirenes etc.

Buzinas ferroviárias:

cornetas	nome	modelos	frequência	afinação	peso, lb
2	Silver Streak Express	835	250	B3	
	Silver Streak Express	836	300	D4	
3	Siberian Express	847/848/849	150	D3	
	Siberian Chrome Express	850/851/852	150	D3	
	Cannon Ball Express	837/838/839	150	D3	
	Orient Express	841	289, 323, 345, 426	 D4, E4, F4, G4#	
	Orient Express Plus	842	289, 323, 345, 426	 D4, E4, F4, G4#	
	Orient Express DD	843	287, 326, 356	 D4, E4, F4	
4	Orient Express DD	844	287, 326, 356, 426	 D4, E4, F4, G4#	
	Philly Express	853	290, 421, 548, 648	 D4, G4#, C4#, E5	

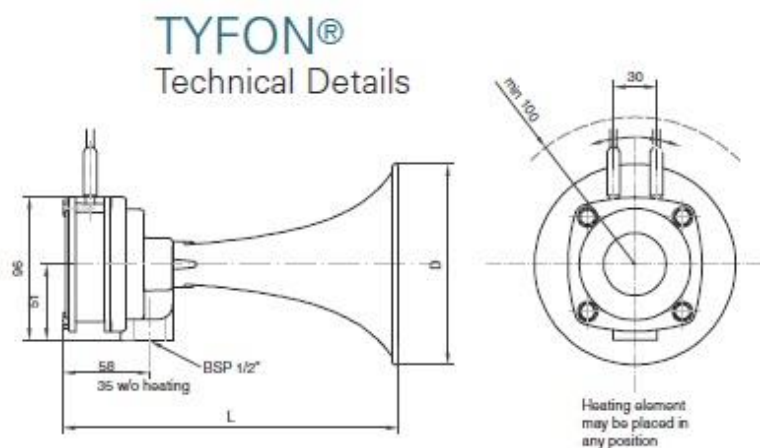


4.21 KOCKUM SONICS

http://www.kockumsonics.com/flash_content.html

Fabricante sueco com raízes nos primórdios da industrialização, e que ao longo dos anos desenvolveu soluções inovadoras para aplicações marítimas e industriais.

Desenvolveu as buzinas a ar na década de 1920, que são utilizadas na sinalização ferroviária desde a década de 1930, sendo bem conhecida a série Tyfon®. Sua série SuperTyfon® é destinada para alarmes de inundação.



TYFON type	Freq. Hz	UIC Freq.	Dimensions (mm)		Heating	Approx net weight (kg)
			D	L		
MKT 75/370	370	x	202	415		1.6
MKT 75/460	460		140	297		1.4
MKT 75/660	660	x	140	204		1.3
MKT 75/800	800		125	139		1.3
MKTH 75/370	370	x	202	438	X	2.3
MKTH 75/460	460		140	320	X	2.1
MKTH 75/660	660	x	140	227	X	2.0
MKTH 75/800	800		125	162	X	2.0

4.22 FIAMM TECHNOLOGIES LLC

<http://www.fiamm.com>

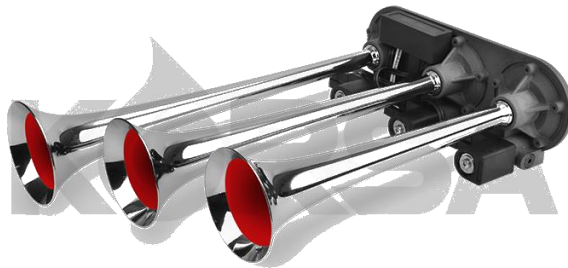
Tradicional fabricante americano de buzinas automotivas, de Cadillac, Michigan, produziu também uma buzina ferroviária de 3 cornetas, mas não informa em seu catálogo as características sonoras.



4.23 KORSA HORNS

<https://www.korsa.com.tr/>

Fabricante turco de buzinas a ar e eletromagnéticas.



4.24 SIRENS & HORNS PTY LIMITED

<https://www.sirens.com.au>

Empresa australiana que, pelo menos até 2015, fabricou buzinas a ar ferroviárias.



ANEXO A -- REGRAS DA FEDERAL ROAD ADMINISTRATION – FRA

A *Federal Railroad Administration – FRA*, órgão que regula as ferrovias americanas, implementou em 27/04/2005 uma regra sobre buzinas, aplicável em passagens de nível – PN de estradas. Essa regra estabelece que os trens devem acionar a buzina de 15 a 20 segundos antes quando se aproximando de qualquer PN pública. Os trens devem estar a uma velocidade de 45 mph (72 km/h), mas se excederem essa velocidade, ainda assim devem acionar a buzina em locais com a devida sinalização.

O padrão sonoro das buzinas deve ser executado repetidamente conforme necessidade e até que a PN seja totalmente ultrapassada pela locomotiva líder. Esse padrão consiste de 2 buzinas longas, 1 curta e outra longa. É permitido aos maquinistas modificar esse padrão. Eles também são autorizados a utilizar a buzina em qualquer emergência que possa ocorrer, a qualquer hora e em qualquer lugar.

Na Flórida, em certas áreas, houve banimento das buzinas para manter as zonas em silêncio. No entanto, como resultado, os acidentes aumentaram nas PN públicas, levando a FRA a rever essa restrição.

Abaixo os sinais utilizados conforme requisitos da legislação nas ferrovias americanas, conforme **regra 14**:

14 (a)	o	freios a ar devem ser aplicados quando o trem estiver parado
14 (b) *	- -	movimentar, uma vez que os freios a ar foram liberados
14 (f) *	o o -	o sinal de parada do sinaleiro foi reconhecido
14 (g) *	o o	qualquer sinal é reconhecido salvo disposição em contrário
14 (h) *	o o o	o trem está recuando
14 (j)	o o o o	solicitando sinais
14 (l) *	- - o -	1) quando trens ou locomotivas estão se aproximando de passagens em nível em vias públicas têm que soar a buzina de 15 a 20 segundos antes de atingir a PN pela locomotiva líder; quando a locomotiva está a mais de 45 mph (72 km/h) deve iniciar o uso da buzina a aproximadamente 1320 ft (402 m) e deve soar a buzina em menos de 15 segundos; esse sinal deve ser utilizado repetidamente em longa duração até que o trem tenha ocupado totalmente a próxima PN; 2) quando trens ou locomotivas se aproximam de pátios, túneis ou áreas onde possa haver trabalhadores; 3) quando trens ou locomotivas cruzam com outros que estiverem parados.
14 (m) *	o	quando o trem se aproxima de estação de passageiros
14 (o)	o -	inspeção de trens para vazamentos nas tubulações do sistema de freio ou freios danificados
14 (p) *		o som sucessor irá advertir pessoas e animais
14 (q) *	- o	quando trens avançam no contra-fluxo: 1) em curvas, estações, ou outros pontos sem visão, e 2) quando passando por trens cargueiros

o buzina curta

- buzina longa

* a buzina deve ser ouvida nos eventos ou nos locais quando e onde são necessárias; nos demais casos a buzina deve ser ouvida quando as comunicações verbais estiverem indisponíveis; os funcionários devem conhecer os sinais para referência e sua segurança

- o -



ANEXO B - UTILIZAÇÃO DAS BUZINAS A AR NAS FERROVIAS AMERICANAS

A seguir uma lista das ferrovias e algumas das buzinas que utilizaram. Não se trata de uma lista completa, somente um guia.

Por ferrovia:

Amtrak	Nathan K5LA, Leslie A200, Leslie S3L
Atlantic Coast Line	Nathan M3, Nathan M5, Wabco E2
Baltimore and Ohio	Nathan M5, Leslie A200, Leslie S3L, Leslie S5T
Bangor and Aroostook	Nathan M3, Leslie A200, Leslie A125
Boston and Maine	Nathan M3, Leslie A200, Leslie A125, Leslie S3L
Burlington Northern	Nathan M3, Nathan P3, Leslie A200, Leslie S2M, Leslie S3L, Leslie S5T, Leslie RS5T
Burlington Northern Santa Fe	Holden M3H, Nathan P3, Leslie A200, Leslie S2M, Leslie S3L
Canadian National	Holden M3H, Holden K3L
Canadian Pacific	Holden M3H, Holden K3L
Central of Georgia	Nathan M3, Nathan M5, Leslie A200, Leslie A125
Chesapeake and Ohio	Nathan M3, Nathan M5, Nathan K5LA, Leslie A200, Leslie S3L
Chicago, Burlington and Quincy	Leslie A200, Leslie A125, Leslie S2M
Chicago and North Western	Nathan M3, Nathan P3, Nathan P5, Nathan K5H, Leslie A200, Leslie A125, Leslie S3L, Leslie S5T
Conrail	Nathan P3, Nathan K5LA, Leslie A200, Leslie S3L
Cotton Belt	Nathan M3, Nathan P3
CSX	Nathan P3, Nathan K5H, Nathan K5LA, Leslie S3L, Leslie RS5T
Delaware and Hudson	Nathan M3, Wabco E2, Leslie S3L
Erie Lackawanna	Nathan M3, Leslie A200, Leslie S3L
Frisco	Nathan M5, Leslie A200, Leslie A125, Leslie S3L, Leslie S5T, Wabco E2
Grand Trunk Western	Holden M3H, Leslie A200, Leslie A125
Great Northern	Leslie A200, Leslie A125
Illinois Central	Nathan M3, Nathan M5, Nathan P3, Nathan P5, Nathan K5LA, Leslie A200, Leslie A125, Leslie RS5T, Wabco E2
Kansas City Southern	Nathan M3, Nathan M5, Nathan P5, Nathan K5LA, Leslie A200, Leslie A125, Wabco E2, Leslie RS5T
Lehigh Valley	Nathan M3, Leslie A200
Long Island	Nathan M3
Maine Central	Nathan M3, Nathan K5LA, Leslie A200
Milwaukee Road	Leslie A200, Leslie A125, Leslie S2M, Leslie S3L
Missouri Pacific	Leslie A200, Leslie A125, Leslie S3L, Wabco E2
New Haven	Wabco E2
New York Central	Leslie A200, Leslie S2M, Leslie S3L, Wabco E2
Nickel Plate	Nathan M5, Leslie A200, Leslie S3L
Norfolk and Western	Nathan M3, Nathan M5, Nathan P5, Leslie A200, Leslie S5T
Norfolk Southern Railway	Nathan M5, Nathan P3, Nathan P5, Nathan K5H, Nathan K5LA, Leslie RS5T
Northern Pacific	Nathan P3, Leslie A200
Pennsylvania	Nathan M3, Leslie A200, Leslie S3L, Leslie S3L
Reading	Nathan M3, Nathan M5
Rio Grande	Nathan M3, Nathan P3, Leslie A200, Nathan K5LA, Leslie S3L, Leslie S3L, Wabco E2
Rock Island	Nathan P3, Nathan P5, Leslie A200, Leslie A125
Santa Fe	Nathan M5, Nathan P3, Leslie A200, Leslie A125, Leslie S2M, Leslie S3L, Wabco E2
Seaboard System	Nathan M5, Nathan K5LA
Soo Line	Nathan P3, Leslie A200, Leslie S3L, Wabco E2
Southern	Nathan M3, Nathan M5, Nathan P3, Wabco E2
Southern Pacific	Nathan M3, Nathan M5, Nathan P3, Nathan P5, Nathan K5H, Leslie A200, Leslie S3L, Wabco E2
Spokane, Portland and Seattle	Nathan M3, Nathan P3
Susquehanna	Nathan K5H, Leslie S3L
Tennessee Central	Nathan M5
Union Pacific	Leslie A200, Leslie A125, Leslie S3L, Wabco E2
Virginian	Nathan M3,
Wabash	Leslie A200, Leslie A125, Wabco E2
Western Maryland	Nathan M5, Leslie A200, Leslie S5T
Western Pacific	Nathan M5, Leslie A200
Wisconsin Central	Nathan P3, Leslie S3L



Por tipo de buzina:

Modelo	Locomotiva	Ferrovía
H-6	GE 80t da SW #1201	National Harbours Board Simpson Timber Co.
H-5	GE 70t #940	BCH
M-5	GP40 SW1200 GP7 GE 70t FP7 H24-66 Trainmaster	Western Pacific Simpson Lumber Oakland Terminal Modesto & Empire Traction New Georgia Southern Pacific
M-5	F7, FP7, GP7, E8, SW8, SW9, SD7	
M-5R24	F7, FP7, GP7, SD7, SW9	
M-5R23	GP7, E8	
M-3	GE 70t GE 80t GP39-2	Modesto & Empire Traction Niles Canyon Railway Willamette & Pacific
M-3	F7, FP7, GP7, E8, SW1, SW7, SW8, SW9, TR2, TR3, TR4, TR5, TR6	
M-3R1	TR, GP7, SD7, GP9	
M-3H		Grand Trunk Western
M-3RT1	RS-3 SW1, SW8, SW9	Delaware & Hudson
MS-1	Fairbanks Morse	Santa Fe
MS-1	E8, GP7, F7, FP7, SW8	
P-5 old cast	GP9 F45	Springfield Terminal Transisco Tours Southern Railway Rock Island Illinois Central
P-5 new cast	GP9	Ohio Central
P5a	P30CH F40PH (200-299) F40PH	Amtrak Amtrak Metra
P-01235	E60CP E60CH	Amtrak Amtrak
P-3 old cast		Southern Pacific Northern Pacific Illinois Central Spokane Portland & Seattle
P-3 new cast	SD70M	Union Pacific
P-2	Alco C628	Lehigh Valley US freight roads Commuter lines
P-2 modificada		Metrolink
J-3		
K-5H K-5L	Dash 8-40C Dash 8-40CW Dash 8-32B	CSX CSX Norfolk Southern British Columbia Rail
		British Columbia Rail
K-5HL old	ES44AC ES44DC	UP UP
K-5HL new	ES44C4	BNSF
K-5LA	SDP40F F40PH F69PH-AC Dash 8-32BWH	Amtrak Amtrak Amtrak Amtrak



	P42DC F40PH-2	Amtrak Caltrain
K-5LLA	SD70ACe	UP
K-3H K-3L	- - Dash 9-44CW SW1001	Canadian Pacific Canadian National VIA Rail Canada BNSF River Terminal
K-3LA K-3HA		Santa Fe UP
K-3HL		UP
K-2H	SDP40F RP20BD genset RP20CD genset commuter	Amtrak Railpower Railpower Metrolink
A-75	Unidades B	
A-75-HR	F2B, F3B, F7B, E7B, E8B, FT	
A-125	Manobreiras EMD	
A-125-LP	SW1, NW2, SW7, BL, E7, NW5, TR2, FT	
A-125-LPA	E8, GP7, SW1, SW7, SW8, SW9, F7B	
A-200-233	Streamliners	Burlington
A-200-LP	FT	
A-200-LPYA	E8, F7, FP7, GP7, SD7, BL, SW1, SW7, SW8, SW9	
A-200-HP	F3	
A-200-HPA	TR2, TR3, TR4, TR5, TR6	
A-200-156	GG1 Daylight 4-8-4 EMD unidades F e E	Pennsylvania RR Southern Pacific
S-3J		L&N Illinois Central Frisco, Rutland Vermont Railway
S-25	Switchers Road units	
S-25	GP7, SD7, F7, E8	
S-31	SW1, SW8, SW9	
S-2M	Cab car E units	Metra New York Central
S-3K		Burlington Northern
S-3L	GP30	Santa Fe Union Pacific Milwaukee Road Soo Line Missouri-Kansas-Texas (MKT) Chicago & Northwestern Kansas City Southern Erie Lackawanna Reading BNSF Corail
SL-4T	SDP40F	Amtrak
S-5T	E units	Santa Fe Kansas City Southern Illinois Central MKT Norfolk & Western Frisco Chessie System CSX



PM-920		Missouri Pacific Union Pacific Milwaukee Road
PM-990		Burlington Northern
A-2	Manobreiras Alco Russas, V8 (A-2 curta)	CP, FEPASA
A-6	Alco PBs	
B-6	Manobreiras antigas	
E-2	Alco road locomotives FM road locomotives Little Joe	Milwaukee Road
E-2	E7, E8, GP7, F2, F3, F7	
AA-1	Railcars Early locos Interurban equipment	
AA-2	Commuters	
E-2B-3	RS-3 #34	Alton & Southern
4700	Mack railbuses	New Haven Seaboard Minneapolis Northfield & Southern



ANEXO C - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS E OUTRAS

Five Chime Consultants – Railroad Airhorn Guide, disponível em <http://atsf.railfan.net/airhorns/>

LocomotiveHorns.info, disponível em <http://locomotivehorns.info/index.shtml>

Horns Inc., disponível em <http://www.dieselairhorns.com/index.html>

Amtrak & Freight Trains – Locomotive Horns, disponível em <http://trainweb.org/mdamtrak199/horns.html>

Locomotive Air Horn History, disponível em <http://www.soundtraxx.com/choose/choose4.php>

Eric Miller's Diesel Electric Locomotive Air Horn's Page, disponível em <http://users.zoominternet.net/~e.miller/>

Hornblasters, disponível em <http://www.hornblasters.com/>

FELDBERG, Eduardo. CURSO DE TEORIA MUSICAL, disponível em www.eduardofeldberg.com.br

Acústica Musical 1, disponível em <https://cic.unb.br/~lcmm/mus/am1/index.html>

Identificador de acordes, disponível em http://www.musica-e-acordes.com/id_acordes.htm

Information on Alternate Tunings, disponível em <https://www.kylegann.com/microtonality.html>

Physics of music – notes, disponível em <https://pages.mtu.edu/~suits/Physicsofmusic.html>

Teoria musical, disponível em <http://www.violaobasico.net/teoria-musical/>

WUENSCHÉ, Carlos Alexandre. AS ESCALAS MUSICAIS, disponível em http://www.das.inpe.br/~alex/FisicadaMusica/fismus_escalas.htm

Precision Railroad Manufacturing – Technical Info, disponível em <http://microprecisiongroup.com/nathan-airchime/technical-info>

http://en.wikipedia.org/wiki/Nathan_Manufacturing_Inc.

<http://www.hornwhistleboard.com/index.php?sid=bd162c397912f01b39ed4737585fb1c9>

<http://www.phantomfears.com/>

Precision Parts NW, site de preservação de informações e de documentação de buzinas ferroviárias, disponível em <https://www.precisionpartsnw.com/>

Musictheory.net disponível em <https://www.musictheory.net/>

Fundamentals Principles of Just Intonation and Microtonal Composition, por Thomas Nicholson e Marc Sabat

Music Theory for the 21st-Century Classroom disponível em <https://musictheory.pugetsound.edu/mt21c/index-1.html>

OMNI calculator – Chord Finder disponível em <https://www.omnicalculator.com/other/chord-finder>

➔ *OMNI calculator – Music Interval Calculator* disponível em <https://www.omnicalculator.com/other/music-interval>

➔ *SCALESCHORDS – Chord Finder* disponível em <https://www.scales-chords.com/chord-finder-guitar-piano.php>

➔ *SCALESCHORDS – Chord Identifier (reverse chord finder)* disponível em <https://www.scales-chords.com/chordid.php>



ANEXO D - AMOSTRAS DE SONS

H-6	http://users.zoominternet.net/~millereric1971/videos/STE-062H61D102516.mp3
H-5	http://users.zoominternet.net/~e.miller/videos/STE-038H509-26-15S.mp3
N-3	http://atsf.railfan.net/airhorns/n3_1brentlee.wav
T-5	http://users.zoominternet.net/~e.miller/videos/STE-T5-S.mp3
M-5	http://users.zoominternet.net/~e.miller/videos/STE-M54022S.mp3
M-3	http://atsf.railfan.net/airhorns/m5_27otr.wav
M-3H	http://users.zoominternet.net/~miller4022/videos/STE-M3S32.mp3
MS-1	http://atsf.railfan.net/airhorns/m3_1.wav
S-5T	http://atsf.railfan.net/airhorns/m3h_1blee.wav
S-5T-RF	http://atsf.railfan.net/airhorns/m1chamberlain.mp3
S-5D	http://users.zoominternet.net/~millereric/videos/STE-S5T1956D.mp3
S-25	http://users.zoominternet.net/~millerconrail/videos/STE-S5TRF N&W 71 D.mp3
S-2B	http://atsf.railfan.net/airhorns/s5d_1.wav
S-2M	http://atsf.railfan.net/airhorns/s25_1orhc.wav
SL-4T	http://atsf.railfan.net/airhorns/s2b_1brentlee.wav
S-5T	http://atsf.railfan.net/airhorns/s2m_3dup.wav
S-3J	http://atsf.railfan.net/airhorns/s4t_10decker.wav
S-3L	http://atsf.railfan.net/airhorns/s5tr_22nw.wav
S-3K	http://users.zoominternet.net/~e.miller/videos/STE-S3JS32.mp3
S-3B-J	http://atsf.railfan.net/airhorns/s3j_1brentlee.wav
RSU-3L-LRO	http://users.zoominternet.net/~miller4022/videos/S3LSTE-015.mp3
P-5	http://users.zoominternet.net/~millereric/videos/RS3LR ex-ConrailSTE-014.mp3
P-5a	http://atsf.railfan.net/airhorns/s3l_5sf.wav
P-01345	http://users.zoominternet.net/~miller4022/videos/STE-039GNS3KS.mp3
P-01235	http://atsf.railfan.net/airhorns/s3k_9bn.wav
P-7X	http://users.zoominternet.net/~millerconrail/videos/STE-0S3BJD Van Meter.mp3
P-3 old cast	http://users.zoominternet.net/~millerconrail/videos/STE-072SU3LLR0s.mp3
P-3 new cast	http://users.zoominternet.net/~millereric/videos/STE-NCP5ConrailD.mp3
P-2 Caltrain	http://atsf.railfan.net/airhorns/p5_14st.wav
P-2 Metrolink	http://atsf.railfan.net/airhorns/p5a_2220.mp3
J-3	http://atsf.railfan.net/airhorns/p01345lee.wav
K5HA	http://atsf.railfan.net/airhorns/p01235c.wav
K-5H ou K-5L	http://atsf.railfan.net/airhorns/p01235d.wav
K-5HL old	http://users.zoominternet.net/~miller2477/videos/STE-P7X-D.mp3
K-5HL new	http://atsf.railfan.net/airhorns/p3_12sp.wav
K-5LA	http://atsf.railfan.net/airhorns/p3_1emd.wav
K-5LLA	http://atsf.railfan.net/airhorns/p2_4cdtx.mp3
K-3H ou K-3L	http://atsf.railfan.net/airhorns/p2_4cdtx.mp3
K-3HA ou K-3LA	http://atsf.railfan.net/airhorns/pmetro2.mp3
K-3HL	http://atsf.railfan.net/airhorns/j3_1brentlee.wav
K-2H	http://users.zoominternet.net/~e.miller/videos/STE-K5HAex-NSs.mp3
A-125-247	http://users.zoominternet.net/~miller4022/videos/STE-070K5H80S12.mp3
A-200-156	http://atsf.railfan.net/airhorns/k5h_1csx.wav
A-200-233	http://atsf.railfan.net/airhorns/k5hl4bnsf.mp3
PM-920 1 st generation	http://atsf.railfan.net/airhorns/k5hl5bnsf.mp3
PM-920 2 nd generation	http://atsf.railfan.net/airhorns/k5la_25amt.wav
PM-920 3 rd generation	http://atsf.railfan.net/airhorns/k5lla_9up1996.mp3
PM-990	http://atsf.railfan.net/airhorns/k3l_3rt.wav
A-2	http://atsf.railfan.net/airhorns/k3la_11up.wav
A-6	http://atsf.railfan.net/airhorns/k3hlup.mp3



B-6	http://atsf.railfan.net/airhorns/b6b.mp3 http://atsf.railfan.net/airhorns/b6d.mp3
E-2	http://atsf.railfan.net/airhorns/e2_7ggrm.wav http://atsf.railfan.net/airhorns/e2_4sim.wav
AA-1	http://atsf.railfan.net/airhorns/aa1_1wrm.wav http://atsf.railfan.net/airhorns/aa1_3wrm.wav
AA-2	http://atsf.railfan.net/airhorns/aa2_2asf.wav
E-2B-1	http://atsf.railfan.net/airhorns/e2b1_3ek.wav
E-2B-3	http://atsf.railfan.net/airhorns/e2b3_1ek.wav
Hancock 4700	http://atsf.railfan.net/airhorns/h4700_3.wav



ANEXO E - ANATOMIA DE UMA OITAVA

Para referência dos amantes da música, segue abaixo uma tabela com cerca de 700 intervalos dentro de uma oitava, baseada na elaborada em 1.998 por **Kyle Gann**. Essa tabela inclui alguns intervalos históricos e importantes como schisma e comma pitagórica. É uma tabela similar, e mais resumida, à elaborada em 1.958 por **Alain Daniélou**, já fora de catálogo, denominada **Tableau Comparatif des Intervalles Musicaux**, que contém cerca de 2.100 intervalos.

razão R			Cents	nome comum (se houver)		nota	
fracional	decimal	fatores					
1/1	1,00000		0,000	tonic	uníssonos primeira perfeita primeira justa prima segunda diminuta	Dó temperado	Dó T
1024/1023	1,00098		1,69	31-limit skhisma k_{31}			
32805/32768	1,00113	$3^8 \times 5/2^{15}$	1,954	schisma k_{sk}			
513/512	1,00195		3,38	19-limit skhisma k_{19}			
256/255	1,00392		6,78	17-limit skhisma k_{17}			
145/144	1,00694		11,98	29-limit comma k_{29}			
126/125	1,00800		13,795				
121/120	1,00833		14,367				
736/729	1,00960		16,54	23-limit comma k_{23}			
100/99	1,01010		17,399				
99/98	1,01020		17,576				
98/97	1,01031		17,756				Dó+
81/80	1,01250		21,506	syntonic comma k_5 comma of Didymus Ptolemaic comma	coma ptolemaico		Dó+
531441/524288	1,01364	$3^{12}/2^{19}$	23,460	Pythagorean comma	coma pitagórico		Dó+
70/69	1,01449		24,910				Dó+
65/64	1,01563		26,841	65 th harmonic			
64/63	1,01587		27,264	septimal comma k_7			
63/62	1,01613		27,700				
58/57	1,01754		30,109				
57/56	1,01786		30,642				
56/55	1,01818		31,194	Ptolemy's enharmonic			
55/54	1,01852		31,767				
52/51	1,01961		33,617				
51/50	1,02000		34,283				
50/49	1,02041		34,976				
49/48	1,02083		35,697				
46/45	1,02222		38,051	inferior quarter-tone (Ptolemy)			
45/44	1,02273		38,906				
44/43	1,02326		39,800				Dó++
128/125	1,02400		41,059	diminished second (16/15 x 24/25)			Dó++
525/512	1,02539		43,408	enharmonic diesis (Avicenna)			Dó++
40/39	1,02564		43,831				Dó++
39/38	1,02632		44,970	superior quarter-tone (Eratosthenes)			Dó++
77/75	1,02667		45,561				Dó++
	1,02747	$3^{24}/2^{38}$	46,920				Dó++
36/35	1,02857		48,770	superior quarter-tone (Archytas)			
250/243	1,02881		49,166				
	1,02930	$2^{1/24}$	50,000			Dó meio sustenido temperado Ré bemol e meio temperado	Dó ¼ T
35/34	1,02941		50,184	E.T. 1/4-tone approximation			
34/33	1,03030		51,682				
33/32	1,03125		53,273	33 rd harmonic undecimal quartertone k_{11}			
32/31	1,03226		54,964	inferior quarter-tone (Didymus)			
125/121	1,03306		56,305				
31/30	1,03333		56,767	superior quarter-tone (Didymus)			Dó ¼



30/29	1,03448		58,692				
29/28	1,03571		60,751				
57/55	1,03636		61,836				
28/27	1,03704		62,961	inferior quarter-tone (Archytas)			
27/26	1,03846		65,337	tridecimal 1/3 tone k_{13}			
80/77	1,03896		66,170				
	1,03932	$2^{27}/3^{17}$	66,765				Ré ♭ - -
26/25	1,04000		67,900	1/3-tone (Avicenna)			Ré ♭ - -
51/49	1,04082		69,259				Ré ♭ - -
126/121	1,04132		70,100				Ré ♭ - -
25/24	1,04167		70,672	minor 5-limit half-step			Ré ♭ - -
24/23	1,04348		73,681				Ré ♭ - -
117/112	1,04464		75,612				
23/22	1,04545		76,956				
67/64	1,04688		79,307	67 th harmonic			
22/21	1,04762		80,537	hard 1/2-step (Ptolemy, Avicenna, Safiud)			
21/20	1,05000		84,467				
41/39	1,05128		86,580				Ré ♭ -
81/77	1,05195		87,676				Ré ♭ -
20/19	1,05263		88,801				Ré ♭ -
256/243	1,05350		90,225	Pythagorean half-step	semitom pitagórico diatônico lima		Ré ♭ -
58/55	1,05455		91,946				Ré ♭ -
135/128	1,05469		92,179	limma ascendant			Ré ♭ -
96/91	1,05495		92,601				Ré ♭ -
19/18	1,05556		93,603				Ré ♭ -
	1,05570	$3^{48}/2^{76}$	93,840				Ré ♭ -
55/52	1,05769		97,104				
128/121	1,05785		97,364				
18/17	1,05882		98,955	E.T. half-step approximation			
	1,05946	$2^{1/12}$	100,000	equal-tempered half-step	semitom temperado segunda menor unísono aumentado	Dó sustenido temperado Ré bemol temperado	Dó# T Ré ♭ T.
89/84	1,05952		100,099	ET half-step approximation			
35/33	1,06061		101,867				
52/49	1,06122		102,876				
86/81	1,06173		103,698				
17/16	1,06250		104,955	overtone half-step			
512/481	1,06445		108,128				Ré ♭
33/31	1,06452		108,237				Ré ♭
49/46	1,06522		109,377				Ré ♭
16/15	1,06667		111,731	major 5-limit half-step	semitom		Ré ♭
2187/2048	1,06787		113,676	Pythagorean apotome	apótoma Pitagórica		
31/29	1,06897		115,458				Ré ♭
77/72	1,06944		116,234				Ré ♭
15/14	1,07143		119,443	Cowell just half-step			
29/27	1,07407		123,712				
14/13	1,07692		128,298				
512/475	1,07789		129,860				Ré ♭ +
69/64	1,07813		130,229	69 th harmonic			Ré ♭ +
55/51	1,07843		130,721				Ré ♭ +
27/25	1,08000		133,238	alternate Renaissance half-step			Ré ♭ +
121/112	1,08036		133,810				Ré ♭ +
512/473	1,08245		137,164				Ré ♭ +
13/12	1,08333		138,573	3/4-tone (Avicenna)			
64/59	1,08475		140,828				
38/35	1,08571		142,373				



63/58	1,08621		143,159				
88/81	1,08642		143,498				
25/23	1,08696		144,353				
62/57	1,08772		145,568				
135/124	1,08871		147,143				Dó $\frac{3}{4}$
49/45	1,08889		147,428				
	1,09051	$2^{1/8}$	150,000			Dó sustenido e meio temperado Ré meio bemol temperado	Dó $\frac{3}{4}$ T
12/11	1,09091		150,637	undecimal "median" 1/2-step			
512/469	1,09168		151,867				Ré $\flat$ ++
59/54	1,09259		153,307				Ré $\flat$ ++
35/32	1,09375		155,140	35 th harmonic			Ré $\flat$ ++
128/117	1,09402		155,562				Ré $\flat$ ++
	1,09492	$2^{35}/3^{22}$	156,990				Ré --
23/21	1,09524		157,493				Ré --
57/52	1,09615		158,940				Ré --
34/31	1,09677		159,920				Ré --
800/729	1,09739		160,897				Ré --
56/51	1,09804		161,915				Ré --
563/512	1,09961		164,389				Ré --
11/10	1,10000		165,004				
54/49	1,10204		168,213				
32/29	1,10345		170,423				
21/19	1,10526		173,268				
31/28	1,10714		176,210				
567/512	1,10742		176,646				
51/46	1,10870		178,636				
112/101	1,10891		178,972				Ré -
71/64	1,10938		179,697	71 st harmonic			Ré -
10/9	1,11111		182,404	minor whole-tone	tom menor		Ré -
49/44	1,11364		186,334				Ré -
39/35	1,11429		187,343				
29/26	1,11538		189,050				
125/112	1,11607		190,115				
48/43	1,11628		190,437				
19/17	1,11765		192,558				
160/143	1,11888		194,468				
28/25	1,12000		196,198				
121/108	1,12037		196,771				
55/49	1,12245		199,980				
	1,12246	$2^{1/6}$	200,000	equal-tempered whole-tone	segunda maior terceira diminuta tom temperado	Ré temperado	Ré T.
	1,12265	$2^{81}/3^{51}$	200,295				Ré
64/57	1,12281		200,532				Ré
9/8	1,12500		203,910	major whole-tone	tom maior segunda maior tom pitagórico diatônico		Ré
577/512	1,12695		206,913				Ré
62/55	1,12727		207,404				
44/39	1,12821		208,835				
35/31	1,12903		210,104				
26/23	1,13043		212,253				
112/99	1,13131		213,598				
17/15	1,13333		216,687				
512/451	1,13525		219,620				Ré +
25/22	1,13636		221,309				Ré +
58/51	1,13725		222,667				Ré +
256/225	1,13778		223,463				Ré +
33/29	1,13793		223,696				Ré +



729/640	1,13906		225,416				Ré +
57/50	1,14000		226,841				Ré +
	1,14035	$3^{14}/2^{22}$	227,370				Ré +
73/64	1,14063		227,789	73 rd harmonic			
8/7	1,14286		231,174	septimal whole-tone			
63/55	1,14545		235,104				
55/48	1,14583		235,677				
39/34	1,14706		237,527				
225/196	1,14796		238,886				
31/27	1,14815		239,171				
147/128	1,14844		239,607				
169/147	1,14966		241,449				
23/20	1,15000		241,961				Ré ++
2187/1900	1,15105		243,545				Ré ++
38/33	1,15152		244,240				Ré ++
144/125	1,15200		244,969	diminished third (6/5 x 24/25)			Ré ++
121/105	1,15238		245,541				Ré ++
15/13	1,15385		247,741				Ré ++
1024/887	1,15445		248,652				Ré ++
	1,15535	$2^{5/24}$	250,000			Ré meio sustenido temperado Mi bemol e meio temperado	Ré ¼ T
52/45	1,15556		250,304				
37/32	1,15625		251,344	37 th harmonic			
81/70	1,15714		252,680				
125/108	1,15741		253,076				
22/19	1,15789		253,805				
51/44	1,15909		255,592				
196/169	1,15976		256,596	consonant interval (Avicenna)			
29/25	1,16000		256,950				
36/31	1,16129		258,874				Ré ¼
93/80	1,16250		260,677				
57/49	1,16327		261,816				
64/55	1,16364		262,368				
7/6	1,16667		266,871	septimal minor third			
90/77	1,16883		270,080				Mi ♭ -
75/64	1,17188		274,582	augmented second (9/8 x 25/24)			Mi ♭ -
34/29	1,17241		275,378				Mi ♭ -
88/75	1,17333		276,736				Mi ♭ -
27/23	1,17391		277,591				Mi ♭ -
20/17	1,17647		281,358				
33/28	1,17857		284,447				
46/39	1,17949		285,792				
13/11	1,18182		289,210				
84/71	1,18310		291,084				Mi ♭
58/49	1,18367		291,925				Mi ♭
45/38	1,18421		292,711				Mi ♭
32/27	1,18519		294,135	Pythagorean minor third	terça menor pitagórica		Mi ♭
19/16	1,18750		297,513	overtone minor third			Mi ♭
	1,18921	$2^{1/4}$	300,000	equal-tempered minor third	terça menor temperada segunda aumentada	Ré sustenido temperado Mi bemol temperado	Ré # T Mi ♭ T
25/21	1,19048		301,847				
31/26	1,19231		304,508				
105/88	1,19318		305,777				
55/46	1,19565		309,357				
613/512	1,19727		311,692				Mi ♭ +
6/5	1,20000		315,641	5-limit minor third	terça menor		Mi ♭ +
256/213	1,20188		318,348				Mi ♭ +
77/64	1,20313		320,144	77 th harmonic			



35/29	1,20690		325,562				
29/24	1,20833		327,622				
75/62	1,20968		329,547				
98/81	1,20988		329,832				Ré ¾
121/100	1,21000		330,008				
23/19	1,21053		330,761				
63/52	1,21154		332,208				
40/33	1,21212		333,041				
17/14	1,21429		336,130				
243/200	1,21500		337,148				Mi - -
62/51	1,21569		338,125				
623/512	1,21680		339,706				Mi -
28/23	1,21739		340,552				Mi -
39/32	1,21875		342,483	39 th harmonic			Mi -
128/105	1,21905		342,905				Mi -
8000/6561	1,21933		343,301				Mi -
94/77	1,22078		345,363				Mi -
11/9	1,22222		347,408	undecimal "median" third			
	1,22405	2 ^{7/24}	350,000			Ré sustenido e meio temperado Mi meio bemol temperado	Ré ¾ T..
60/49	1,22449		350,617				
49/40	1,22500		351,338				
38/31	1,22581		352,477				
27/22	1,22727		354,547				
19683/16000	1,23019		358,654				(Mi -)
16/13	1,23077		359,472				
	1,23178	2 ³² /3 ²⁰	360,900				Mi -
79/64	1,23438		364,537	79 th harmonic			Mi -
100/81	1,23457		364,807				Mi -
121/98	1,23469		364,984				Mi -
21/17	1,23529		365,825				Mi -
47/38	1,23684		367,994				Mi -
99/80	1,23750		368,914				
26/21	1,23810		369,747				
57/46	1,23913		371,194				
31/25	1,24000		372,408				
36/29	1,24138		374,333				
56/45	1,24444		378,602				
96/77	1,24675		381,811				
126/101	1,24752		382,882				Mi
8192/6561	1,24859		384,360	Pythagorean "schismatic" third			Mi
5/4	1,25000		386,314	5-limit major third, just major third	terça maior justa		Mi
641/512	1,25195		389,017				Mi
64/51	1,25490		393,090				
49/39	1,25641		395,169				
44/35	1,25714		396,178				
39/31	1,25806		397,447				
34/27	1,25926		399,090				
	1,25992	2 ¹³	400,000	equal-tempered major third	terça maior temperada quarta diminuta dítono temperado	Mi temperado	Mi T.
63/50	1,26000		400,108				
121/96	1,26042		400,681				
29/23	1,26087		401,303				
125/99	1,26263		403,713				
	1,26298	2 ⁷⁸ /3 ¹⁹	404,205				Mi +
24/19	1,26316		404,442				Mi +
512/405	1,26420		405,866				Mi +
62/49	1,26531		407,384				Mi +
81/64	1,26563		407,820	Pythagorean major third	terça maior pitagórica		Mi +



19/15	1,26667		409,244				Mi +
71/56	1,26786		410,871				Mi +
33/26	1,26923		412,745				
80/63	1,26984		413,578				
14/11	1,27273		417,508				
51/40	1,27500		420,597				
125/98	1,27551		421,289				
327/256	1,27734		423,776				Mi ++
23/18	1,27778		424,364				Mi ++
32/25	1,28000		427,373	diminished fourth			Mi ++
41/32	1,28125		429,062	41 st harmonic			Mi ++
50/39	1,28205		430,145				Mi ++
	1,28289	3 ¹⁶ /2 ²⁵	431,280				Mi ++
77/60	1,28333		431,875				
9/7	1,28571		435,084	septimal major third			
58/45	1,28889		439,353				
49/38	1,28947		440,139				
40/31	1,29032		441,278				
31/24	1,29167		443,081				Mi ¼
1323/1024	1,29199		443,517				
128/99	1,29293		444,772				
22/17	1,29412		446,363				
57/44	1,29545		448,150				
162/125	1,29600		448,879				
35/27	1,29630		449,275				
	1,29684	2 ^{3/8}	450,000			Mi meio sustenido temperado Fá meio bemol temperado	Mi ¼ T.
83/64	1,29688		450,047	83 rd harmonic			
100/77	1,29870		452,484				
65536/50421	1,29978		453,915				Fá - -
13/10	1,30000		454,214				Fá - -
125/96	1,30208		456,986	augmented third (5/4 x 25/24)			Fá - -
30/23	1,30435		459,994				Fá - -
64/49	1,30612		462,348				
98/75	1,30667		463,069				
17/13	1,30769		464,428				
72/55	1,30909		466,278				
55/42	1,30952		466,851				
38/29	1,31034		467,936				
21/16	1,31250		470,781	septimal fourth			
46/35	1,31429		473,135				Fá -
25/19	1,31579		475,114				Fá -
320/243	1,31687		476,539				Fá -
29/22	1,31818		478,259				Fá -
675/512	1,31836		478,492				Fá -
128/97	1,31959		480,105				Fá -
33/25	1,32000		480,646				
45/34	1,32353		485,268				
85/64	1,32813		491,269	85 th harmonic			
341/256	1,33203		496,354				Fá
4/3	1,33333		498,045	perfect fourth	quarta justa (IV)		Fá
	1,33484	2 ^{5/12}	500,000	equal-tempered perfect fourth	quarta justa temperada terça aumentada	Fá temperado	Fá T.
1024/767	1,33507		500,301				Fá
75/56	1,33929		505,757				
51/38	1,34211		509,397				
43/32	1,34375		511,518	43 rd harmonic			
121/90	1,34444		512,412				
39/29	1,34483		512,905				



35/26	1,34615		514,612				
66/49	1,34694		515,621				Fá +
31/23	1,34783		516,761				Fá +
27/20	1,35000		519,551				Fá +
23/17	1,35294		523,319				Fá +
42/31	1,35484		525,745				
19/14	1,35714		528,687				
110/81	1,35802		529,812				
87/64	1,35938		531,532	87 th harmonic			
34/25	1,36000		532,328				
49/36	1,36111		533,742				
64/47	1,36170		534,493				Fá ++
15/11	1,36364		536,951				Fá ++
512/375	1,36533		539,104				Fá ++
26/19	1,36842		543,015				Fá ++
63/46	1,36957		544,462				
48/35	1,37143		546,815				
1000/729	1,37174		547,211				
	1,37395	2 ^{11/24}	550,000			Fá meio sustenido temperado Si bemol e meio temperado	Fá ¼ T.
11/8	1,37500		551,318	undecimal tritone (11 th harmonic)			
62/45	1,37778		554,812				Fá ¼
40/29	1,37931		556,737				
29/21	1,38095		558,796				
112/81	1,38272		561,006				
18/13	1,38462		563,382				
	1,38576	2 ²⁹ /3 ¹⁸	564,810				Fá # - -
25/18	1,38889		568,717	augmented fourth (4/3 x 25/24)			Fá # - -
89/64	1,39063		570,880	89 th harmonic			Fá # - -
32/23	1,39130		571,726				Fá # - -
39/28	1,39286		573,657				
46/33	1,39394		575,001				
88/63	1,39683		578,582				
7/5	1,40000		582,512	septimal tritone			
108/77	1,40260		585,721				
66/47	1,40426		587,766				Fá # -
1024/729	1,40466		588,270	low Pythagorean tritone			Fá # -
45/32	1,40625		590,224	high 5-limit tritone			Fá # -
38/27	1,40741		591,648				Fá # -
31/22	1,40909		593,718				Fá # -
165888/117649	1,41002		594,865				Fá # -
55/39	1,41026		595,149				
24/17	1,41176		597,000				
	1,41421	2 ^{1/2}	600,000	equal-tempered tritone	trítono temperado quinta diminuta quarta aumentada	Fá sustenido temperado Si bemol temperado	Fá # T. G ♭ T
99/70	1,41429		600,088				
17/12	1,41667		603,000				
117649/82944	1,41841		605,135				Fá #
44/31	1,41935		606,282				Fá #
125/88	1,42045		607,623				Fá #
27/19	1,42105		608,352				Fá #
91/64	1,42188		609,354	91 st harmonic			Fá #
64/45	1,42222		609,776	low 5-limit tritone			Fá #
729/512	1,42383		611,730	high Pythagorean tritone			Fá #
57/40	1,42500		613,154				Fá #
365/256	1,42578		614,103				Fá #
77/54	1,42593		614,279				
10/7	1,42857		617,488	septimal tritone			
63/44	1,43182		621,418				



33/23	1,43478		624,999				
56/39	1,43590		626,343				
23/16	1,43750		628,274	23 rd harmonic			Fá # +
36/25	1,44000		631,283	diminished fifth (3/2 x 24/25)			Fá # +
121/84	1,44048		631,855				Fá # +
49/34	1,44118		632,696				Fá # +
	1,44325	3 ¹⁸ /2 ²⁸	635,190				Fá # +
13/9	1,44444		636,618				
81/56	1,44643		638,994				
55/38	1,44737		640,119				
42/29	1,44828		641,204				
29/20	1,45000		643,263				
45/31	1,45161		645,188				Fá ¾
93/64	1,45313		646,991	93 rd harmonic			
16/11	1,45455		648,682				
	1,45565	2 ¹³ /24	650,000			Fá sustenido e meio temperado Si meio bemol temperado	Fá ¾ T.
51/35	1,45714		651,771				
729/500	1,45800		652,789				
35/24	1,45833		653,185				
19/13	1,46154		656,985				Sol - -
375/256	1,46484		660,896				Sol - -
22/15	1,46667		663,049				Sol - -
113/77	1,46753		664,071				Sol - -
47/32	1,46875		665,507	47 th harmonic			
72/49	1,46939		666,258				
25/17	1,47059		667,672				
81/55	1,47273		670,188				
28/19	1,47368		671,313				
31/21	1,47619		674,255				
189/128	1,47656		674,691				
34/23	1,47826		676,681				Sol -
40/27	1,48148		680,449	dissonant "wolf" 5-limit fifth			Sol -
46/31	1,48387		683,239				Sol -
95/64	1,48438		683,827	95 th harmonic			Sol -
49/33	1,48485		684,379				Sol -
52/35	1,48571		685,388				
58/39	1,48718		687,095				
125/84	1,48810		688,160				
112/75	1,49333		694,243				
121/81	1,49383		694,816				
256/171	1,49708		698,577				Sol
	1,49831	2 ⁷ /12	700,000	equal-tempered perfect fifth	quinta justa temperada sexta diminuta	Sol temperado	Sol T.
3/2	1,50000		701,955	perfect fifth	quinta justa (V)		Sol
512/341	1,50147		703,646				Sol
121/80	1,51250		716,322				
50/33	1,51515		719,354				
97/64	1,51563		719,895	97 th harmonic			
	1,51572	2 ³ /5	720,000				Sol +
1024/675	1,51704		721,508				Sol +
44/29	1,51724		721,741				Sol +
243/160	1,51875		723,461				Sol +
38/25	1,52000		724,886				Sol +
	1,52046	3 ¹³ /2 ²⁰	725,415				Sol +
35/23	1,52174		726,865				
32/21	1,52381		729,219				
29/19	1,52632		732,064				
84/55	1,52727		733,149				



55/36	1,52778		733,722				
26/17	1,52941		735,572				
75/49	1,53061		736,931				
49/32	1,53125		737,652	49 th harmonic			
23/15	1,53333		740,006				Sol ++
192/125	1,53600		743,014	diminished sixth (8/5 x 24/25)			Sol ++
20/13	1,53846		745,786				Sol ++
50421/32768	1,53873		746,085				Sol ++
77/50	1,54000		747,516				
	1,54221	2 ^{5/8}	750,000			Sol meio sustenido temperado Lá bemol e meio temperado	Sol ¼ T
54/35	1,54286		750,725				
125/81	1,54321		751,121				
T17/11	1,54545		753,637				
99/64	1,54688		755,228	99 th harmonic			
48/31	1,54839		756,919				Sol ¼
31/20	1,55000		758,722				
45/29	1,55172		760,647				
14/9	1,55556		764,916	septimal minor sixth			
120/77	1,55844		768,125				
	1,55898	2 ²⁶ /3 ¹⁶	768,720				Lá b -
39/25	1,56000		769,855				Lá b -
25/16	1,56250		772,627	augmented fifth			Lá b -
36/23	1,56522		775,636				Lá b -
11/7	1,57143		782,492	undecimal minor sixth			
63/40	1,57500		786,422				
52/33	1,57576		787,255				
112/71	1,57746		789,129				Lá b
101/64	1,57813		789,854	101 st harmonic			Lá b
30/19	1,57895		790,756				Lá b
128/81	1,58025		792,180	Pythagorean minor sixth	sexta menor pitagórica		Lá b
49/31	1,58065		792,616				Lá b
405/256	1,58203		794,134				Lá b
19/12	1,58333		795,558				Lá b
	1,58355	3 ⁴⁹ /2 ⁷⁷	795,795				Lá b
46/29	1,58621		798,697				
100/63	1,58730		799,892				
	1,58740	2 ^{2/3}	800,000	equal-tempered minor sixth	sexta menor temperada quinta aumentada	Sol sustenido temperado Lá bemol temperado	Sol# T Lá b T
27/17	1,58824		800,910				
62/39	1,58974		802,553				
35/22	1,59091		803,822				
51/32	1,59375		806,910	51 st harmonic			
123/77	1,59740		810,874				Lá b +
8/5	1,60000		813,686	5-limit minor sixth			Lá b +
6561/4096	1,60181		815,640	Pythagorean "schismatic" sixth			Lá b +
101/63	1,60317		817,118				Lá b +
77/48	1,60417		818,189				
45/28	1,60714		821,398				
103/64	1,60938		823,801	103 rd harmonic			
29/18	1,61111		825,667				
50/31	1,61290		827,592				Sol ¾
121/75	1,61333		828,053				
21/13	1,61538		830,253				
55/34	1,61765		832,676				
34/21	1,61905		834,175				
81/50	1,62000		835,193				(Lá - -)
1024/631	1,62282		838,205				Lá - -



125/77	1,62338		838,797				Lá - -
13/8	1,62500		840,528	overtone sixth			Lá - -
57/35	1,62857		844,328				Lá - -
44/27	1,62963		845,453				Lá - -
31/19	1,63158		847,523				
80/49	1,63265		848,662				
49/30	1,63333		849,383				
	1,63392	2 ^{17/24}	850,000			Sol sustenido e meio temperado Lá meio bemol temperado	Sol ¾ T.
18/11	1,63636		852,592	undecimal "median" sixth			
6561/4000	1,64025		856,699				(Lá -)
105/64	1,64063		857,095	105 th harmonic			
64/39	1,64103		857,517				
841/512	1,64258		859,154				Lá -
23/14	1,64286		859,448				Lá -
51/31	1,64516		861,875				Lá -
400/243	1,64609		862,852				Lá -
28/17	1,64706		863,870				Lá -
127/77	1,64935		866,278				Lá -
33/20	1,65000		866,959				
38/23	1,65217		869,239				
81/49	1,65306		870,168				
48/29	1,65517		872,378				
53/32	1,65625		873,505	53 rd harmonic			
58/35	1,65714		874,438				
63/38	1,65789		875,223				
128/77	1,66234		879,856				
213/128	1,66406		881,652				Lá
1024/613	1,66667		884,359				Lá
107/64	1,67047		888,308	107 th harmonic			
5/3	1,67188		889,760	5-limit major sixth			
57/34	1,67647		894,513				
52/31	1,67742		895,492				
42/25	1,68000		898,153				
121/72	1,68056		898,726				
	1,68179	2 ^{3/4}	900,000	equal-tempered major sixth	sexta maior temperada sétima diminuta	Lá temperado	Lá T.
32/19	1,68421		902,487				Lá +
27/16	1,68750		905,865	Pythagorean major sixth	sexta maior pitagórica		Lá +
49/29	1,68966		908,075				Lá +
71/42	1,69048		908,916				Lá +
22/13	1,69231		910,790				
39/23	1,69565		914,208				
56/33	1,69697		915,553				
17/10	1,70000		918,642				
109/64	1,70313		921,821	109 th harmonic			Lá ++
46/27	1,70370		922,409				Lá ++
75/44	1,70455		923,264				Lá ++
29/17	1,70588		924,622				Lá ++
128/75	1,70667		925,418	diminished seventh (16/9 x 24/25)			Lá ++
	1,71052	3 ¹⁵ /2 ²³	929,325				Lá ++
77/45	1,71111		929,920				
12/7	1,71429		933,129	septimal major sixth			
55/32	1,71875		937,632	55 th harmonic			
31/18	1,72222		941,126				Lá ¼
441/256	1,72266		941,562				
50/29	1,72414		943,050				
19/11	1,72727		946,195				
216/125	1,72800		946,924				



121/70	1,72857		947,496				
45/26	1,73077		949,696				
	1,73107	2^{19/24}	950,000			Lá meio sustenido temperado Si bemol e meio temperado	Lá ¼ T
887/512	1,73242		951,348				Si ♭ - -
26/15	1,73333		952,259				Si ♭ - -
111/64	1,73438		953,299	111 th harmonic			Si ♭ - -
125/72	1,73611		955,031	augmented sixth (5/3 x 25/24)			Si ♭ - -
33/19	1,73684		955,760				Si ♭ - -
40/23	1,73913		958,039				Si ♭ - -
294/169	1,73964		958,551				Si ♭ - -
54/31	1,74194		960,829				
96/55	1,74545		964,323				
110/63	1,74603		964,896				
7/4	1,75000		968,826	septimal minor seventh			
	1,75385	2^{23/314}	972,630				Si ♭ -
58/33	1,75758		976,304				Si ♭ -
225/128	1,75781		976,537				Si ♭ -
51/29	1,75862		977,333				Si ♭ -
44/25	1,76000		978,691				Si ♭ -
451/256	1,76172		980,380				Si ♭ -
30/17	1,76471		983,313				
113/64	1,76563		984,215	113 th harmonic			
99/56	1,76786		986,402				
23/13	1,76923		987,747				
62/35	1,77143		989,896				
39/22	1,77273		991,165				
55/31	1,77419		992,596				
1024/577	1,77470		993,087				Si ♭
16/9	1,77778		996,090	Pythagorean small min. seventh	sétima menor pitagórica		Si ♭
57/32	1,78125		999,468	57 th harmonic			Si ♭
	1,78180	2^{5/6}	1000,000	equal-tempered minor seventh	sétima menor temperada sexta aumentada	Lá sustenido temperado Si bemol temperado	Si ♯ T
98/55	1,78182		1000,020				Si ♭
25/14	1,78571		1003,802				
34/19	1,78947		1007,442				
52/29	1,79310		1010,950				
88/49	1,79592		1013,666				Si ♯ +
115/64	1,79688		1014,588	115 th harmonic			Si ♯ +
9/5	1,80000		1017,596	5-limit large minor seventh			Si ♯ +
231/128	1,80469		1022,099				Si ♯ +
56/31	1,80645		1023,790				
38/21	1,80952		1026,732				
29/16	1,81250		1029,577	29 th harmonic			Lá ¾
49/27	1,81481		1031,787				
20/11	1,81818		1034,996				
51/28	1,82143		1038,085				
729/400	1,82250		1039,103				(Si ♯ + +)
31/17	1,82353		1040,080				
115/63	1,82540		1041,852				Si -
42/23	1,82609		1042,507				Si -
117/64	1,82813		1044,438	117 th harmonic			Si -
64/35	1,82857		1044,860				Si -
4000/2187	1,82899		1045,256				Si -
469/256	1,83203		1048,133				Si -
11/6	1,83333		1049,363	undecimal "median" seventh			
	1,83401	2^{7/8}	1050,000			Lá sustenido e meio temperado Si meio bemol temperado	Lá ¾ T



90/49	1,83673		1052,572				
57/31	1,83871		1054,432				
46/25	1,84000		1055,647				
81/44	1,84091		1056,502				
35/19	1,84211		1057,627				
59/32	1,84375		1059,172	59 th harmonic			
24/13	1,84615		1061,427				
946/512	1,84766		1062,836				Si -
50/27	1,85185		1066,762				Si -
63/34	1,85294		1067,780				Si -
475/256	1,85547		1070,140				Si -
13/7	1,85714		1071,702				
119/64	1,85938		1073,781	119 th harmonic			
54/29	1,86207		1076,288				
28/15	1,86667		1080,557				
58/31	1,87097		1084,542				Si
15/8	1,87500		1088,269	5-limit major seventh			Si
62/33	1,87879		1091,763				Si
481/256	1,87891		1091,872				Si
32/17	1,88235		1095,045				
49/26	1,88462		1097,124				
66/35	1,88571		1098,133				
	1,88775	2 ^{11/12}	1100,000	equal-tempered major seventh	sétima maior temperada oitava diminuta	Si temperado	Si T.
17/9	1,88889		1101,045				
121/64	1,89063		1102,636	121 st harmonic			
125/66	1,89394		1105,668				
	1,89448	2 ^{77/348}	1106,160				Si +
36/19	1,89474		1106,397				Si +
256/135	1,89630		1107,821				Si +
55/29	1,89655		1108,054				Si +
243/128	1,89844		1109,775	Pythagorean major seventh	sétima maior pitagórica		Si +
19/10	1,90000		1111,199				Si +
78/41	1,90244		1113,420				Si +
40/21	1,90476		1115,533				
61/32	1,90625		1116,885	61 st harmonic			
21/11	1,90909		1119,463				
44/23	1,91304		1123,044				
981/512	1,91602		1125,731				Si + +
23/12	1,91667		1126,319				Si + +
48/25	1,92000		1129,328				Si + +
121/63	1,92063		1129,900				Si + +
123/64	1,92188		1131,017	123 rd harmonic			Si + +
25/13	1,92308		1132,100				Si + +
	1,92434	3 ^{17/226}	1133,235				Si + +
77/40	1,92500		1133,830				
52/27	1,92593		1134,663				
27/14	1,92857		1137,039	septimal major seventh			
56/29	1,93103		1139,249				
29/15	1,93333		1141,308				
60/31	1,93548		1143,233				Si ¼
31/16	1,93750		1145,036	31 st harmonic			
64/33	1,93939		1146,727				
33/17	1,94118		1148,318				
	1,94306	2 ^{23/24}	1150,000			Si meio sustenido temperado Dó meio bemol temperado	Si ¼ T.
243/125	1,94400		1150,834				
35/18	1,94444		1151,230				
	1,94652	2 ^{39/324}	1153,080				Dó - -



39/20	1,95000		1156,169				Dó - -
125/64	1,95313		1158,941	augmented seventh (15/8 x 25/24)			Dó - -
43/22	1,95455		1160,200				Dó - -
88/45	1,95556		1161,094				
45/23	1,95652		1161,949				
96/49	1,95918		1164,303				
49/25	1,96000		1165,024				
51/26	1,96154		1166,383				
108/55	1,96364		1168,233				
55/28	1,96429		1168,806				
57/29	1,96552		1169,891				
63/32	1,96875		1172,736	63 rd harmonic			
69/35	1,97143		1175,090				Dó -
160/81	1,97531		1178,494				Dó -
97/49	1,97959		1182,244				Dó -
99/50	1,98000		1182,601				
125/63	1,98413		1186,205				
127/64	1,98438		1186,422	127 th harmonic			
2/1	2,00000		1200,000	octave	oitava justa sétima aumentada	Dó Temperado	Dó T

Fontes:

Página do compositor Kyle Gann, disponível em <http://www.kylegann.com/Octave.html>
Tableau Comparatif des Intervalles Musicaux, disponível em <https://www.kylegann.com/DanielouTableauComparatif.pdf>
Fundamentals Principles of Just Intonation and Microtonal Composition, por Thomas Nicholson e Marc Sabat

- 0 -



ANEXO F – ESCALAS MUSICAIS

Escalas são sequências de notas. Vimos que é possível montar escalas de centenas de maneiras, a partir da forma como definirmos os intervalos. Abaixo segue uma lista de escalas interessantes.

ST – semitom
T – tom

ESCALA CROMÁTICA: é uma escala que avança sempre de meio em meio-tom. Exemplo:

Dó – Dó# – Ré – Ré# – Mi – Fá – Fá# – Sol – Sol# – Lá – Lá# – Si – Dó

ESCALA DIATÔNICA: é uma escala com oito notas (contando a repetição da primeira), com cinco intervalos de TOM, e dois intervalos de SEMITOM. As escalas maiores, menores naturais e os sete principais modos gregos são exemplos de escalas diatônicas. Exemplo:

Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Lá – Si – Dó

ESCALA MAIOR: é uma escala com os seguintes intervalos: T – T – ST – T – T – T – ST. Exemplo:

Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Lá – Si – Dó

ESCALA MENOR NATURAL: é uma escala com os seguintes intervalos: T – ST – T – T – ST – T – T. Exemplo:

Dó – Ré – Mi bemol – Fá – Sol – Lá bemol – Si bemol – Dó

ESCALA MENOR HARMÔNICA: é uma escala com os seguintes intervalos: T – ST – T – T – ST – T+1/2 – ST. Exemplo:

Dó – Ré – Mi bemol – Fá – Sol – Lá bemol – Si – Dó

ESCALA MENOR MELÓDICA: é uma escala com os seguintes intervalos: T – ST – T – T – T – T – ST. Exemplo:

Dó – Ré – Mi bemol – Fá – Sol – Lá – Si – Dó

ESCALA PENTATÔNICA: é uma escala formada por apenas cinco notas. Exemplo:

Dó – Ré – Fá – Sol – Si

ESCALA PENTATÔNICA MAIOR: é uma escala com cinco notas, cuja terça é sempre maior. É possível fazer várias combinações, mas a mais comum é a derivada da Escala Maior, com os graus IV e VII suprimidos. Exemplo:

Dó – Ré – Mi – Sol – Lá

ESCALA PENTATÔNICA MENOR: Segue a mesma linha de raciocínio da anterior, mas com a terça é menor. A mais comum é a derivada da Escala Menor Natural, mas sem os graus II e VI. Exemplo:

Dó – Mi bemol – Fá – Sol – Si bemol

ESCALA SIMÉTRICA: é uma escala que apresenta simetria entre os intervalos de cada nota. Por exemplo, pode ser um intervalo sempre de um tom de distância entre todas as notas, ou uma escala com um intervalo de um semitom entre todas as notas, etc. É caracterizada pela simetria entre todas as notas. Exemplo:

Escala Tons Inteiros, Escala Cromática, Escala Diminuta, etc.

ESCALA EXÓTICA: escalas que fogem dos padrões das escalas cromáticas, diatônicas ou pentatônicas, com sonoridade e estrutura bem diferente. Exemplo:

Escala Árabe, Escala Tons Inteiros, etc...

ESCALA HEXAFÔNICA: é uma escala que, como o próprio nome sugere, é formada por seis notas. Exemplo:

Dó – Ré – Fá – Sol – Lá – Si

ESCALA OCTATÔNICA: é uma escala formada por oito notas. Exemplo:

Dó – Ré – Fá – Fá# – Sol – Lá – Si

ESCALA DOM-DIM: escala octatônica com intervalos sucessivos de meio-tom e um tom entre cada nota, ou seja, ST, T, ST, T, ST. Exemplo:

Dó – Réb – Mib – Fá# – Sol – Lá – Sib

ESCALA “TONS INTEIROS”: é uma escala hexafônica com exatamente um tom entre cada uma das notas. Exemplo:



Dó – Ré – Mi – Fá# - Sol# - Lá#

ESCALA DIMINUTA: é uma escala com oito notas, e os intervalos entre as notas se alternam entre um tom e meio-tom, ou entre meio-tom e um tom. Exemplo:

Dó – Ré - Mi bemol – Fá - Sol bemol - Lá bemol – Lá - Si

ESCALA BEBOP: é igual à Escala Maior, porém acrescenta-se uma quinta aumentada. Exemplo:

Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Sol sustenido – Lá – Si

ESCALA CIGANA: é uma variação da Escala Menor Harmônica, porém aumenta-se meio-tom do IV grau. Exemplo:

Escala Menor Harmônica: Dó – Ré – Mi bemol – Fá – Sol – Lá bemol – Si – Dó

Escala Cigana: Dó – Ré – Mi bemol – Fá sustenido – Sol – Lá bemol – Si – Dó

ESCALA ÁRABE MAIOR: Trata-se de uma variação da Escala Maior, porém com os graus II e VI meio-tom abaixo. Exemplo:

Escala Maior: Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Lá – Si

Escala Árabe Maior: Dó – Ré bemol – Mi – Fá – Sol – Lá bemol – Si

ESCALA ÁRABE MENOR: Trata-se de uma variação da Escala Menor Harmônica, porém com o IV grau aumentado. Exemplo:

Escala Menor Harmônica: Dó – Ré – Mi bemol – Fá – Sol – Lá bemol – Si – Dó

Escala Árabe Menor: Dó – Ré – Mi bemol – Fá sustenido – Sol – Lá bemol – Si – Dó

ESCALA PENTATÔNICA "BLUES-NOTE": é uma variação da Pentatônica, muito utilizada em Blues, e que na verdade é uma escala hexafônica, pois tem a inclusão de uma quinta diminuta, se incluída numa Pentatônica Menor, ou uma terça menor, se incluída numa Pentatônica Maior.

Ex.: Dó - Mi bemol - Fá - Sol bemol - Sol - Si bemol (Aplicada à Pentatônica Menor)

Ex.: Dó - Ré - Mi bemol - Mi - Sol - Lá (Aplicada à Pentatônica Maior)

ESCALA ALTERADA: Também chamada de Escala Ravel, é uma variação da Escala Maior, porém com todas as notas da escala (exceto a Tônica) meio-tom abaixo (existe uma explicação teórica mais correta). Exemplo:

Escala Maior: Dó – Ré – Mi – Fá – Sol – Lá – Si

Escala Alterada: Dó – Ré bemol – Mi bemol – Fá bemol (Mi) – Sol bemol – Lá bemol – Si bemol

Ver também https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_musical_scales_and_modes.