

# Entenda a Sonorização Digital

Documento que descreve de forma simplificada as principais características de um sistema de sonorização digital e apresenta um comparativo com os sistemas analógicos atualmente utilizados.

## ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO .....	3
2	CONCEITOS BÁSICOS .....	3
2.1	Pressão sonora .....	3
2.1.1	Distância do amplificador à fonte sonora.....	3
2.1.2	Sensibilidade do alto falante .....	3
2.1.3	Distância do ouvinte à fonte sonora .....	3
2.2	Propagação da onda sonora no ar .....	4
2.3	Reverberação e eco .....	4
2.4	Ruído ambiente .....	4
3	SISTEMA DE SONORIZAÇÃO CONVENCIONAL .....	4
3.1	Composição básica .....	5
3.1.1	Mesa de som .....	5
3.1.1.1	Pré-amplificador.....	5
3.1.1.2	Compressor e AGC .....	5
3.1.1.3	Equalizador gráfico .....	5
3.1.2	Comutador .....	5
3.1.3	Equalizadores.....	6
3.1.4	Amplificadores.....	6
3.1.5	Linhas de 70 Volts .....	6
3.1.6	Alto-falantes passivos .....	6
3.2	Principais desvantagens .....	6
3.2.1	Qualidade .....	6
3.2.1.1	Interferências.....	6
3.2.1.2	Atenuações .....	6
3.2.1.3	Amortizações.....	6
3.2.2	Eficiência sonora.....	6
3.2.2.1	Perdas de percurso .....	7
3.2.2.2	Compensação deficiente.....	7
3.2.3	Eficiência energética .....	7
3.2.4	Flexibilidade .....	7
3.2.5	Manutenção.....	7
4	ARQUITETURA DO SISTEMA DIGITAL SCM-220.....	7
4.1	Infraestrutura de difusão .....	8
4.1.1	Terminal de operação.....	8
4.1.2	Unidade de Acesso.....	9
4.2	Transmissão digital .....	9
4.2.1	Rede K-LINK .....	9
4.2.2	Cabeamento .....	9
4.2.3	Repetidores .....	9
4.3	Elementos de Informação .....	10
4.3.1	Alto Falante AFD-220 .....	10
4.3.1.1	Amplificador classe-D.....	10
4.3.1.2	Processador de sinais local.....	10
4.3.1.3	Endereçamento .....	11
4.4	Eficiência energética.....	12
4.5	Espaço físico.....	12
4.6	Integração com outros sistemas .....	12
4.7	Supervisão .....	13
5	COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS ANALÓGICOS E DIGITAIS .....	13
5.1	Sistemas Analógicos .....	13
5.2	Sistemas Digitais.....	13
6	HISTÓRICO DAS EMPRESAS.....	13

# 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de sonorização utilizados atualmente são em sua totalidade analógicos e seguem conceitos, principalmente de distribuição de sinal, que remontam há mais de 50 anos. Com o acelerado avanço da tecnologia digital, principalmente no que se refere ao processamento digital de sinais e métodos de transmissão em alta velocidade, chega a ser até um contra-senso pensarmos que hoje em dia soluções profissionais de sonorização ainda utilizem métodos analógicos que invariavelmente comprometem a qualidade e a eficácia da informação de áudio.

Buscando solucionar essa equação de tecnologia, qualidade, custo e eficiência, a Syspac Eletrônica e a Synthesys Sistemas de Informação, empresas nacionais de engenharia eletrônica que se destacam por uma visão de vanguarda, propõem um novo conceito em sistemas de sonorização totalmente digital que pretende revolucionar o mercado e tornar completamente obsoletos todos os sistemas existentes na atualidade.

Para facilitar a compreensão do conceito que estamos propondo, apresentaremos os conceitos básicos de um sistema de sonorização, deficiências de um sistema analógico e características disponíveis apenas em sistemas digitais.

## 2 CONCEITOS BÁSICOS

### 2.1 Pressão sonora

É a unidade que utilizamos para medir a potência da onda sonora em um determinado local. Sua medida é realizada em dB e para um sistema de irradiação esférica, como por exemplo uma caixa acústica, seu valor decai com o quadrado da distância, ou seja: toda vez que dobramos a distância com relação à fonte sonora a pressão cai 6 dB. A relação entre a pressão sonora e a potência de saída de um amplificador depende principalmente dos seguintes fatores:

#### 2.1.1 Distância do amplificador à fonte sonora

Quando conectamos uma caixa acústica a um amplificador é importante notar as impedâncias especificadas pois a potência nominal especificada pelo fabricante do amplificador é sempre especificada para uma certa impedância de alto-falante, normalmente de 4 ou 8 Ohms. Observe que com uma impedância baixa como essas, as perdas na conexão podem ser bastante significativas, a ponto de ao conectarmos um alto-falante de 8 Ohms a um amplificador de 10 Watts@8 Ohms por meio de uma conexão cuja resistência do fio seja de apenas 1 Ohm, já perderemos 20% da potência nominal. Isso torna inviável um sistema de sonorização pública baseado em saídas e alto-falantes de 8 Ohms, sem contar com a necessidade de termos vários alto-falantes em uma saída do amplificador mantendo a mesma impedância especificada pelo fabricante.

Por esse motivo utiliza-se em sonorização pública um sistema chamado "linha de 70 Volts" que em resumo consiste na colocação de um transformador de áudio entre a saída do amplificador de potência e a linha de distribuição de áudio, elevando sua tensão para 70V. Do outro lado da linha cada alto-falante também recebe um transformador, cuja relação de espiras extrai de forma fixa a potência estabelecida para aquele ponto de sonorização facilitando desta forma a colocação de várias unidades em paralelo sem comprometer a carga na saída do amplificador e minimizando as perdas de potência ao longo do cabo.

Esse sistema teve origem nos amplificadores à válvulas das décadas de 1940 e 1950, que devido às características de corrente e tensão de operação das válvulas eletrônicas, sempre possuíam um transformador de saída e bastava recalculá-lo o secundário do transformador de 8 Ohms para a relação que fornecesse 70 Volts e o sistema primário estava pronto.

#### 2.1.2 Sensibilidade do alto falante

A sensibilidade de um alto-falante é a eficiência com que ele converte energia elétrica em pressão sonora e sua medida é em dB, representando o quanto de pressão sonora é gerada a 1 metro de distância utilizando-se 1 Watt de potência. Em alto-falantes e caixas acústicas convencionais esse valor gira em torno de 90dB.

#### 2.1.3 Distância do ouvinte à fonte sonora

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	3 de 14

Alto-falantes e caixas acústicas convencionais possuem uma irradiação esférica do áudio significando que a energia obtida em um determinado ponto decresce com o quadrado da sua distância à fonte sonora.

Apenas exemplificando vamos apresentar 2 cálculos de potência para uma mesma pressão sonora:

- 1) Para que uma pessoa a 4 metros de uma fonte sonora com sensibilidade de 92dB/m/w ouça um anúncio a um nível de pressão sonora de 86 dB<sub>SPL</sub> são necessários aproximadamente 4 Watts.
- 2) Para que uma pessoa a 15 metros de uma fonte sonora com sensibilidade de 89 dB/m/w ouça um anúncio a um nível de pressão sonora de 86 dB<sub>SPL</sub> são necessários aproximadamente 56 Watts.

## 2.2 Propagação da onda sonora no ar

As ondas sonoras se propagam no ar a uma velocidade média de 340 m/s. Isso significa que existe um atraso na recepção do som dependendo da distância em que você se encontra da fonte sonora e em certos casos esse fenômeno reduz significativamente a audibilidade. Imagine, por exemplo, um corredor de 30 metros com uma caixa acústica a cada 3 metros reproduzindo o mesmo programa de áudio. Se você estiver posicionado em uma das extremidades do corredor estará recebendo o mesmo sinal de áudio repetido várias vezes porém cada uma delas com um atraso adicional de aproximadamente 10ms. Dessa forma é o próprio sistema de som gerando esse efeito “fantasma” no áudio, exatamente igual ao provocado pela reflexão natural do som nas paredes como descrito a seguir.

## 2.3 Reverberação e eco

Reverberação e eco nada mais são do que a reflexão das ondas sonoras nos elementos construtivos de um ambiente tais como paredes, teto, piso, móveis, etc. e tendem a ser elevadas toda vez que o projeto arquitetônico não levou em conta a acústica do local. São provavelmente os elementos mais difíceis de se tratar em sonorização de ambientes fechados pois podem reduzir significativamente a audibilidade da informação. Eco e reverberação são dois nomes para o mesmo fenômeno de reflexão e a diferença consiste na percepção da reflexão do som. Quando percebemos a reflexão de forma integral, chamamos de eco e quando a reflexão é percebida sempre associada ao som original chamamos de reverberação. De forma simplificada as reflexões com atraso maior que 0,1s são chamadas de eco e com atraso menor reverberação.

A grande dificuldade em se tratar a reverberação na origem de forma eletrônica é que o espectro das reflexões é bastante complexo dependendo do ambiente e proporcional à pressão sonora da fonte, ou seja: não adianta “aumentar o volume” pois a reverberação aumenta proporcionalmente tornando o resultado ainda pior.

## 2.4 Ruído ambiente

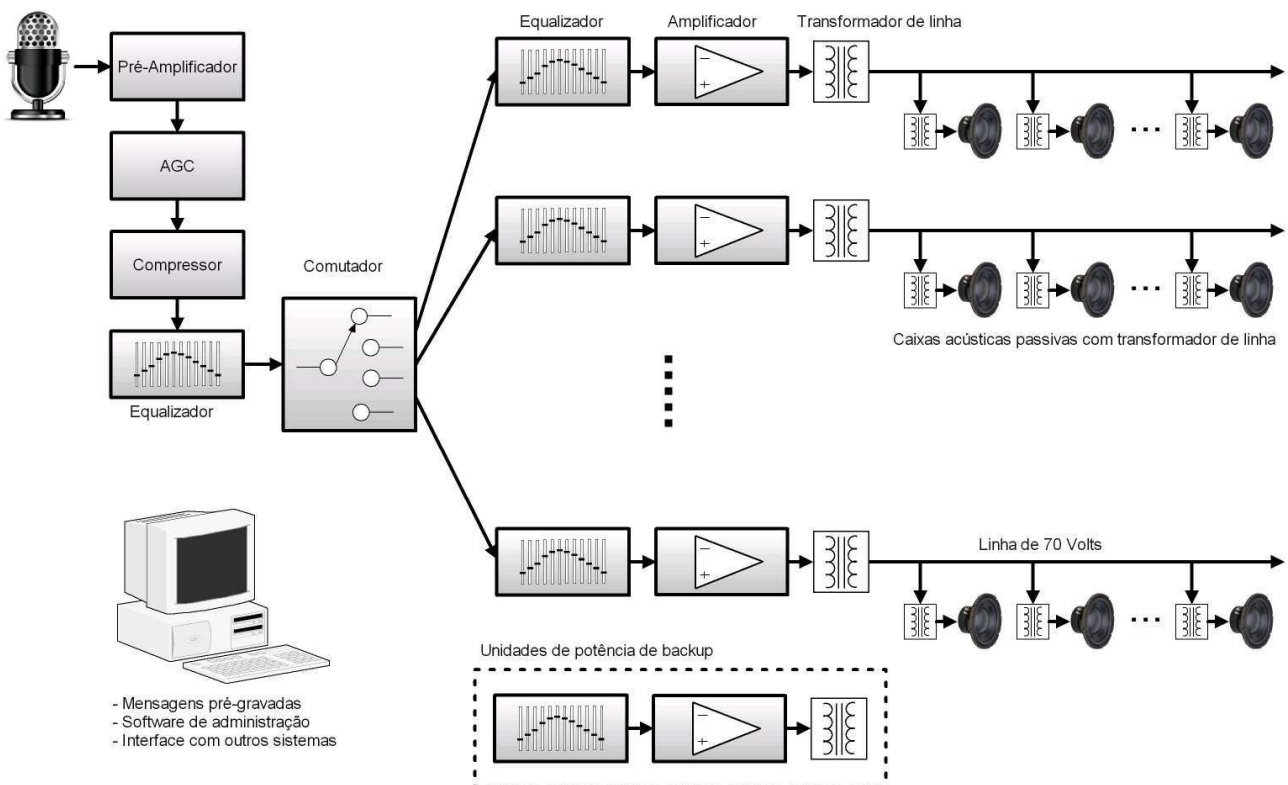
Além do áudio proveniente do sistema de sonorização outros ruídos ambiente atingem a audiência e podem ser dos mais variados níveis de intensidade. Em um shopping center, por exemplo, o ruído ambiente é principalmente gerado pelo próprio público circulante e pelas escadas rolantes e sistema de ar condicionado; já em uma estação de ônibus, trem ou metrô o ruído principal é dos ônibus ou trens entrando e saindo da plataforma, além do próprio público.

# 3 SISTEMA DE SONORIZAÇÃO CONVENCIONAL

O conceito atual de sistema de sonorização segue a arquitetura apresentada no diagrama abaixo e é composto de equipamentos essencialmente analógicos.

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	4 de 14

## Sistema convencional analógico de sonorização



### 3.1 Composição básica

Podemos descrever de forma simplificada a composição típica desse tipo de sistema através dos seguintes elementos:

#### 3.1.1 Mesa de som

Responsável por garantir o equilíbrio e a qualidade das diversas fontes sonoras necessárias, tais como microfone, CD, mp3, etc, a mesa é normalmente composta no mínimo 3 por equipamentos:

##### 3.1.1.1 Pré-amplificador

Conjunto de circuitos cuja função básica é amplificar e equilibrar o ganho das diversas fontes de programa.

##### 3.1.1.2 Compressor e AGC

Utilizado principalmente para anúncios ao vivo e tem por objetivo minimizar o efeito da variação de distância do locutor ao microfone e da intensidade de sua locução de forma dinâmica e automática.

##### 3.1.1.3 Equalizador gráfico

Serve para compensar deficiências na fonte de áudio, principalmente no caso de locução ao vivo, equalizando características do microfone e da sala e operação.

#### 3.1.2 Comutador

Equipamento de comutação normalmente baseado em relés eletro-mecânicos por meio do qual selecionamos quais zonas de sonorização receberão o anúncio sonoro. Dependendo das características da instalação esse comutador pode ser controlado por um computador (PC) na sala de operação ou por um conjunto de chaves e botões no painel do operador.

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	5 de 14

### 3.1.3 Equalizadores

Cada zona de sonorização recebe um equalizador cuja função é equilibrar a resposta em frequência da respectiva área de sonorização, procurando compensar absorções e reflexões específicas do referido ambiente.

### 3.1.4 Amplificadores

Amplificadores de potência do tipo classe-AB são organizados por zona e normalmente fornecem potência suficiente para um conjunto de até 50 alto-falantes passivos.

Para a compensação de possíveis falhas das unidades de potência, responsáveis por zonas completas de sonorização, são normalmente previstos no bastidor alguns amplificadores extras com um sistema de comutação de emergência.

### 3.1.5 Linhas de 70 Volts

A distribuição do sinal de potência de cada amplificador às respectivas caixas acústicas é feita por meio de uma linha de 70 Volts composta basicamente de um grande transformador de acoplamento conectado à saída do amplificador de potência e de pequenos transformadores de casamento de potência localizados em cada alto-falante.

### 3.1.6 Alto-falantes passivos

A potência extraída da linha de 70 Volts pelos transformadores de casamento é acoplada aos alto-falantes passivos de forma fixa e pré-estabelecida.

## 3.2 Principais desvantagens

### 3.2.1 Qualidade

Do microfone até o último alto-falante do sistema, a transmissão do sinal é totalmente analógica reduzindo de forma expressiva a qualidade da informação devido aos seguintes aspectos:

#### 3.2.1.1 Interferências

Todo o cabeamento analógico está sujeito em todo o seu percurso à indução de ruídos provenientes de motores, lâmpadas eletrônicas, reatores, dimmers, sistemas de rádio, etc. Esse ruído soma-se ao sinal sonoro e acaba sendo reproduzido pelos alto-falantes passivos que não possuem mecanismo de identificação ou filtragem do sinal quando esse encontra-se dentro do espectro audível. É o que normalmente acontece com roncos de 60Hz e seus harmônicos ou ruído de batimento provocado pela demodulação de portadoras de rádio-comunicadores portáteis.

#### 3.2.1.2 Atenuações


Apesar da distribuição do sinal ser realizada por linhas de 70 Volts, os amplificadores sempre são instalados em uma sala de controle centralizada, fazendo com que a distância aos extremos das áreas sonorizadas sejam suficientes para introduzir perdas de potência que em certos casos são difíceis de serem compensadas sem a instalação de unidades de potência fora da sala de controle.

#### 3.2.1.3 Amortizações

Como todo o acoplamento na distribuição do áudio é feito por meio de transformadores, uma importante faixa de graves do espectro de áudio é perdida nesse processo, sem contar as amortizações provocadas pela transmissão analógica do áudio pelos próprios cabos utilizados.

### 3.2.2 Eficiência sonora

A eficiência sonora em um sistema analógico é sempre baixa devido a dois fatores fundamentais:

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	6 de 14

### 3.2.2.1 Perdas de percurso

A amortização da transmissão analógica pelos cabos e as perdas intrínsecas dos transformadores de acoplamento são responsáveis pela maior parte da perda de eficiência sonora em sistemas analógicos. Outro fator importante é a escolha de alto-falantes com baixa sensibilidade ou baixa qualidade que degradam com o tempo, aumentando as perdas com o passar do tempo sem que haja uma compensação adequada. Dependendo da topologia e das condições físicas do local essas perdas podem chegar a 30% da potência emitida pelos amplificadores.

### 3.2.2.2 Compensação deficiente

Mesmo que a instalação possua microfones sensores para compensação do volume da sonorização dependendo do ruído ambiente, pelo fato de cada zona estar acoplada a um único amplificador a compensação é feita considerando-se o ruído existente apenas na proximidade do sensor e pode provocar a não audição em regiões mais ruidosas por falta de volume e reverberações excessivas em regiões menos ruidosas de uma mesma zona. O exemplo clássico é de um trem entrando em uma plataforma. Se o microfone sensor estiver posicionado no meio da plataforma, quando o trem entra na estação seu ruído sobrepõe o áudio que deixa de ser compreendido no início da plataforma. Conforme o trem se aproxima do meio da plataforma onde se encontra o sensor, o volume da sonorização vai sendo compensado porém na outra ponta da plataforma onde o trem ainda não chegou o volume da sonorização fica desproporcional. Como resultado prático dessas situações os sistemas acabam sendo ajustados pelo maior valor desperdiçando potência sonora quando não necessária.

### 3.2.3 Eficiência energética

Os amplificadores de potência analógicos mais utilizados são do tipo classe-AB cuja eficiência fica em torno de 50-60% e possuem um consumo elevado mesmo quando estão em “stand-by” que pode chegar a 15%. Além da baixa eficiência, esses amplificadores necessitam de um tempo de estabilização para sua correta operação, inviabilizando a possibilidade de ligá-los apenas no momento da emissão de um anúncio.

Por conta dessas características a maioria das instalações de sonorização de médio e grande porte necessitam de uma área especial para a instalação dos bastidores de amplificadores que pela baixa eficiência aquecem e necessitam de ventilação forçada e sistema de ar condicionado, resultando em uma eficiência energética total inferior a 30%.

### 3.2.4 Flexibilidade

Uma vez especificadas as zonas de sonorização seus alto-falantes são conectados aos respectivos amplificadores e qualquer modificação necessária com relação a distribuição, compensação local especial ou rezoneamento das áreas demandam modificações na instalação, tanto no cabeamento quanto no arranjo do conjunto de amplificadores, caracterizando o sistema como sendo de baixa flexibilidade.

### 3.2.5 Manutenção

Em sistemas de sonorização analógicos a supervisão e o monitoramento, quando existentes, são feitos de forma indireta e com o passar do tempo acabam comprometendo a performance do sistema. Alto-falantes passivos precisam ser monitorados presencialmente por um técnico, que avalia seu funcionamento muitas vezes apenas ouvindo se ele está emitindo sons de forma razoável. Dificilmente essa verificação passa por procedimentos de avaliação da pressão sonora e da resposta espectral do equipamento, fatores que podem indicar com certa antecedência a ocorrência de falhas, pois demandam disponibilização de instrumentação de campo nem sempre prevista para as equipes de manutenção.

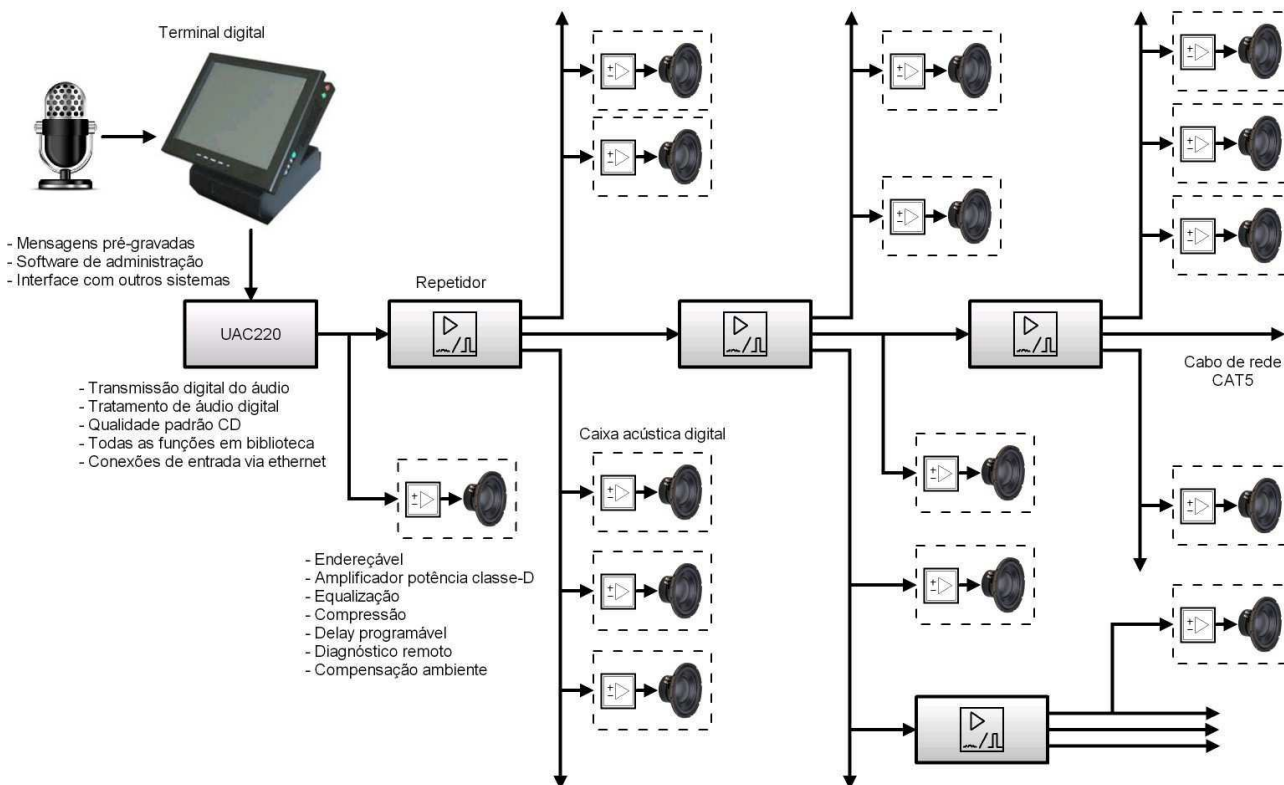
## 4 ARQUITETURA DO SISTEMA DIGITAL SCE-220

O Sistema de Sonorização Digital desenvolvido pela Syspac é um conceito totalmente diferente e inovador que utiliza as mais modernas técnicas de processamento de sinais e transmissão digital em alta velocidade, pensado com o objetivo de oferecer, além da mais alta qualidade de áudio, características até hoje não disponíveis em sistemas de sonorização tais como: flexibilidade, supervisão e monitoramento, auto-adaptação, eficiências sonora e energética e baixo custo de instalação e operação.

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	7 de 14

O diagrama abaixo apresenta de forma simplificada um Sistema de Sonorização Digital SCE-220 composto de um terminal para interface homem-máquina, uma unidade geradora e convertora de sinal digital, uma rede de distribuição do sinal digital com unidades repetidoras e cabeamento CAT-5, finalizando com caixas acústicas digitais AFD-220

### Sistema digital de sonorização SCE220



## 4.1 Infraestrutura de difusão

### 4.1.1 Terminal de operação

O terminal é o equipamento responsável pelo gerenciamento do sistema e a interface para os operadores. Possui tela sensível ao toque e sua operação é baseada em botões de macro-comandos facilmente configuráveis pelo cliente disponíveis em uma biblioteca básica, além de personalizações específicas para cada aplicação. Dentre as funções disponíveis podemos mencionar de forma simplificada:

SAS	Seleção da zona de sonorização
PAR	Ajustes de áudio individual ou em grupo de caixas acústicas
PA	Anúncio ao vivo por meio de microfone
MPG	Anúncio com mensagens pré-gravadas
ETM	Evento temporizável ou cíclico
EEX	Evento externo recebido pela rede ethernet
COP	Comunicação VoIP com outros terminais ou equipamentos

Em resumo, cada atuação do sistema é sempre definido por um evento de disparo e uma zona de atuação sendo sua origem automática, manual, local ou remota.



Por ser um equipamento totalmente digital e de arquitetura aberta, sua integração com outros sistemas, p.ex.: vídeo vigilância ou contra incêndio se dá de maneira bastante simplificada, preferencialmente por meio de rede ethernet, consistindo na definição de uma tabela de “Eventos Externos” que posteriormente passa a ser associada às ações gerais do sistema.

A conexão entre os terminais e os demais elementos do sistema de sonorização digital é sempre realizada por meio de rede ethernet, dispensando a necessidade dos operadores estarem fisicamente próximos aos locais sonorizados, diferentemente dos sistemas analógicos onde as conexões não podem ser muito longas para não comprometer a qualidade do sinal.

#### 4.1.2 Unidade de Acesso

A unidade de acesso, representada no diagrama pelo bloco UAC-220, é o equipamento responsável pela geração dos sinais digitais que transportam áudio e comandos até as caixas acústicas digitais. Sua conexão com os terminais e demais elementos do sistema é sempre feita por meio de rede ethernet e possui diversos mecanismos de proteção e autenticação para segurança no acesso ao barramento digital K-LINK onde se encontram as caixas acústicas.

Devido à sua importância na arquitetura do sistema as unidades de acesso possuem ser utilizadas em grupo garantindo o grau de redundância necessário para cada aplicação.

### 4.2 Transmissão digital

O maior diferencial entre os sistemas de sonorização analógico e digital é a forma de transmissão da informação desde a origem até as unidades eletro-acústicas (alto-falantes). No sistema digital a informação é transmitida na forma de dados binários, em alta velocidade, por toda a rede até o último elemento de distribuição garantindo a total integridade da informação por toda a rede de distribuição. É possível afirmar que em uma rede digital garantimos a manutenção de uma banda de áudio de 20Hz a 20KHz por toda a rede, sem interferências externas e sem atenuações.

#### 4.2.1 Rede K-LINK

A solução da Syspac para uma sonorização digital foi o desenvolvimento do barramento K-LINK, uma estrutura baseada em transmissão digital de alta velocidade utilizando os mesmos padrões encontrados atualmente na transmissão digital de imagens HDMI e em painéis LCD-HD. Na rede K-LINK cada cabo transporta alimentação para as caixas acústicas, além de 2 canais de áudio de alta definição e dois canais de dados para controle e supervisão da rede.


Devido às características de transmissão de dados digital e funcionalidade de um sistema de sonorização, é possível usando a mesma estrutura de dados integrar no mesmo cabeamento elementos de informação visual em complementação à sonorização. Dessa forma, em aplicações como estações rodoviárias ou ferroviárias é possível utilizar a mesma estrutura de sistema de informação para disponibilizar relógios e painéis LCD no mesmo cabo de sonorização reduzindo significativamente o custo de instalação e manutenção dos sistemas.

#### 4.2.2 Cabeamento

Pensando no custo de implantação desses sistemas, a rede K-LINK pode ser instalada com a utilização de cabos do tipo UTP-CAT5 de baixo custo. Cada lance de cabo pode ter até 150 metros de comprimento e suportar no máximo 100Watts de carga, equivalente a 10 caixas acústicas de 10Watts ou 20 de 5Watts dependendo da necessidade.

#### 4.2.3 Repetidores

A expansão e derivação dos ramos da rede é feita por meio de uma unidade denominada Repetidor RTX-220, que regenera o sinal digital recebido de um cabo longo e retransmite por suas saídas para 4 novos lances de cabos, expandindo a rede da forma que for necessária.

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	<b>Entenda a Sonorização Digital</b>	<b>900.82.001333</b>	<b>0</b>	9 de 14

## 4.3 Elementos de Informação

O principal elemento de informação do sistema SCE-220 é o Alto Falante Digital AFD-220. Diferente das caixas acústicas convencionais, ele possui internamente toda a inteligência e demais elementos responsáveis por extrair a informação de áudio e os comandos do barramento K-LINK, processar localmente e amplificar o som também de forma digital, garantindo uma fidelidade de reprodução não encontrada em sistemas analógicos.

### 4.3.1 Alto Falante AFD-220

O coração do AFD-220 é composto por um processador digital de sinais DSP de alta performance e um amplificador digital classe-D de altíssima eficiência, responsáveis pela alta performance e disponibilização de características ainda não encontradas em sistemas de sonorização.

Descrevemos a seguir as principais características que tornam únicos os Alto Falantes AFD-220:

#### 4.3.1.1 Amplificador classe-D

Cada unidade é equipada com seu próprio amplificador de potência totalmente digital, do tipo classe-D de altíssima eficiência (>85%), baixa distorção, baixo ruído, resposta plana e 103dB<sub>SPL</sub> de pressão sonora.

#### 4.3.1.2 Processador de sinais local

Por meio de um processador digital de sinais DSP embarcado o Alto Falante Digital AFD-220 se transforma em um sistema de som completo, realizando localmente sofisticadas funções de áudio, ferramentas fundamentais para a solução de algumas questões que atualmente os sistemas analógicos não tem como resolver.

Dentre todas as funções executadas localmente pelo processador interno do AFD-220, apresentamos abaixo um pequeno conjunto que por si só demonstra o grau de “estado da arte” atingido pelo sistema digital e a conseqüente total obsolescência de sistemas analógicos quando comparados ao SCE-220:

##### 4.3.1.2.1 Parametrização

Todas as funções do AFD-220 são parametrizáveis e permitem, por meio de comandos enviados da central, o ajuste em grupo ou individual da forma de operação de cada unidade.

##### 4.3.1.2.2 Equalização

Cada AFD-220 possui seu próprio equalizador gráfico que pode ser configurado para operar com 3, 7 ou 9 bandas dependendo da complexidade necessária à equalização do ambiente. Na forma mais simples, com 3 bandas, temos ajustes de graves, médios e agudos e pode ser usado em casos onde uma equalização mais precisa não é necessária, apenas para realçar algumas características sonoras da programação. Já na opção de 9 bandas, cada filtro possui fator de mérito alto e as frequências de equalização estão centralizadas na faixa da voz humana permitindo ajustes com muito mais precisão em ambientes reverberantes ou com forte absorção de algumas frequências de áudio.

##### 4.3.1.2.3 Compensação de ruído ambiente

Um fator fundamental no sucesso de um sistema de sonorização é a relação sinal/ruído. Para uma boa compreensão das informações veiculadas, o nível de áudio deve sempre estar acima do nível de ruído presente no local, em uma proporção suficiente para acomodar apenas a “faixa dinâmica principal” da locução, evitando aumentar os níveis de reverberação do ambiente desnecessariamente. Em sistemas convencionais, como mencionado anteriormente, mesmo com o uso de sensores a compensação é feita por por zona e acaba sendo ineficiente.

A efetivação desse mecanismo de compensação somente é possível em sistemas digitais como o SCE-220 onde cada caixa acústica digital AFD-220 possui seu próprio sensor e promove a devida compensação localmente. Os AFD-220 podem ser configurados para operar com “Volume Relativo”, onde a console de operação envia um comando de volume do tipo “12dB acima do ruído ambiente” e cada unidade ajusta seu próprio nível de pressão sonora. Assim, em uma plataforma com um trem se aproximando, todos os alto

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	10 de 14

falantes recebem o mesmo comando mas cada um emite o anúncio com volume diferente conforme o ruído presente ao seu redor.

#### 4.3.1.2.4 *Compressão dinâmica*

Em ambientes muito ruidosos a Compensação de Ruído Ambiente pode elevar demasiadamente os níveis de áudio e acabar provocando efeitos desagradáveis ao usuário como por exemplo excessiva reverberação ou níveis acima do permitido. De uma forma simplificada podemos considerar que em uma locução típica a maior parte da energia da voz pode ser acomodada em uma faixa dinâmica de 12 dB. Se para uma boa compreensão da informação essa faixa deve estar acima do ruído ambiente, então deveríamos configurar o sistema para que o volume da sonorização fique sempre 12 dB acima do ruído. Se o ambiente não for muito ruidoso, p.ex. 65dB, a locução a 77dB é bastante razoável. Acontece que se o ruído ambiente estiver por volta de 80dB, 92dB de locução começa a atingir níveis preocupantes. Em uma estação de metrô o trem passando pela plataforma pode atingir 90dB de ruído ambiente e se nesse momento da passagem um anúncio for veiculado, seu volume seria ajustado automaticamente para 102dB causando certo desconforto e provavelmente baixa inteligibilidade.

Pensando nessas situações o Alto Falante Digital AFD-220 foi equipado com um compressor dinâmico que “estreita” a faixa dinâmica do sinal quanto maior for o volume necessário, reduzindo o nível de pressão sonora do áudio mas garantindo a audibilidade das passagens com menor volume. Apesar da compressão reduzir ligeiramente a qualidade da informação de áudio, em ambientes com elevado nível de ruído o resultado final é positivo. Supondo que para um ruído ambiente de 90dB o AFD-220 utilize uma compressão de 2:1, os 12dB de faixa dinâmica da locução ficam reduzidos a 6dB e com 96dB conseguimos um resultado melhor do que sem compressão onde precisaríamos de 102dB.

#### 4.3.1.2.5 *Atraso digital*

Essa é uma característica única, encontrada apenas no AFD-220 e permite solucionar alguns dos difíceis problemas de sonorização em ambientes com alta reverberação, por meio do ajuste digital do tempo de propagação do som em cada unidade sonofletora. Imagine um longo corredor sem tratamento acústico adequado onde, para manter o “colchão acústico” em  $\pm 6$ dB, são instalados um alto-falante a cada 3 metros. Dependendo do nível de reverberação do ambiente, uma pessoa além de receber o áudio proveniente do alto falante mais próximo, recebe a reverberação dos alto falantes adjacentes cujo resultado normalmente é um baixíssimo índice de audibilidade. Utilizando a função de Atraso Digital dos AFD-220 é possível direcionar o áudio no sentido da maior dimensão do ambiente e ajustar digitalmente o atraso entre sonofletores para que coincida com o tempo de propagação do som no ar reduzindo o número de reverberações no tempo e melhorando a audibilidade. No caso, p.ex., de alto falantes instalados a cada 3 metros, o tempo de propagação do som entre unidades é de aproximadamente 8,8ms, facilmente compensados pelos AFD-220 que possuem capacidade para até 360ms de atraso interno.

#### 4.3.1.2.6 *Filtros paramétricos*

Além da função de equalização que permite o ajuste da resposta em frequência em até 9 bandas pré-determinadas, existem ainda na configuração dos Alto Falantes Digitais AFD-220 a possibilidade de utilização de 2 filtros paramétricos onde, por meio do Terminal de Operação do sistema é possível ajustar individualmente o seu tipo (passa alta, passa baixa, passa banda, pico ou vale), sua frequência e seu fator de mérito podendo ser extremamente útil para solucionar problemas localizados de ressonâncias ou absorções do ambiente.

#### 4.3.1.3 *Endereçamento*

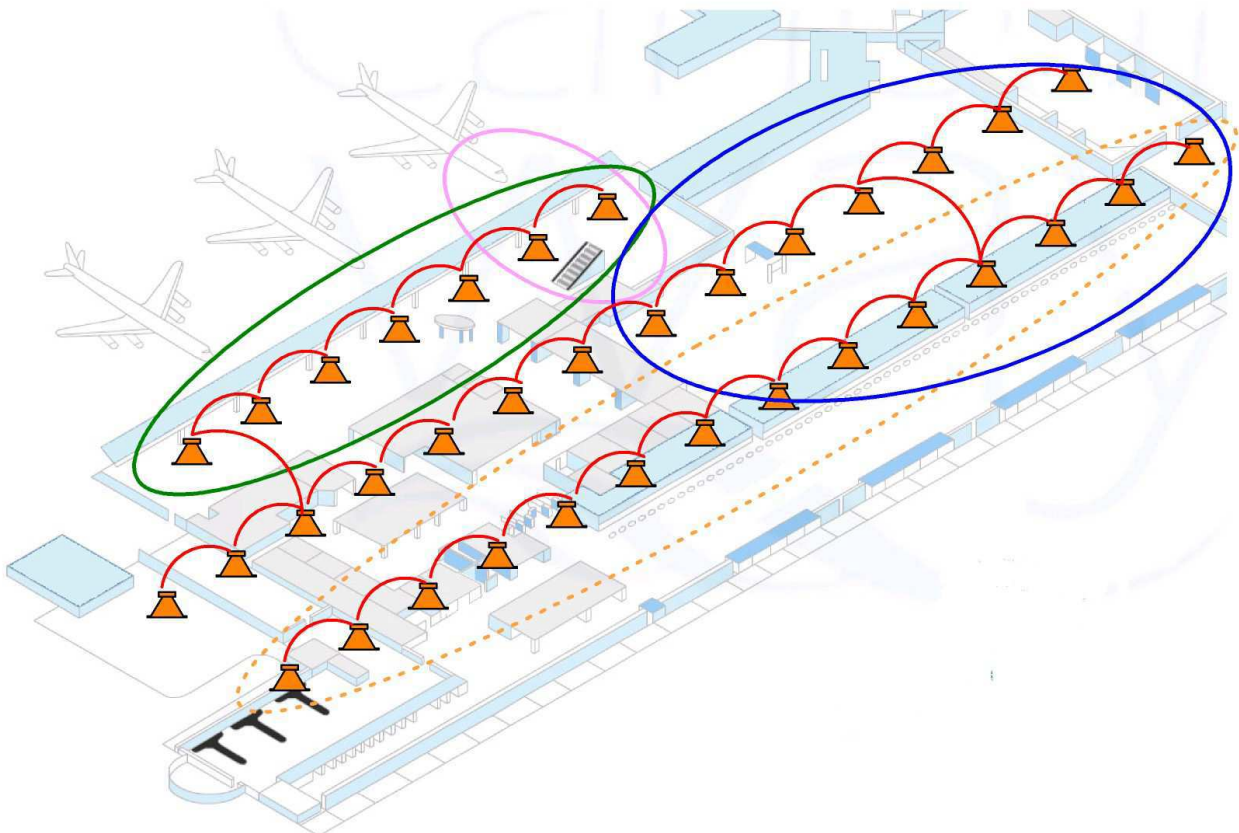
Por ser totalmente digital, o AFD-220 opera de forma endereçável permitindo uma seleção virtual da área coberta, independente da forma com que foi realizado o cabeamento. Da mesma forma que em uma rede de computadores onde cada um possui um endereço único, na rede K-LINK cada Alto Falante Digital possui um endereço único, permitindo o acesso individual a cada unidade ou a composição de diversos grupos de forma dinâmica conforme a necessidade do momento.

Um exemplo desta flexibilidade somente encontrada em sistemas digitais é o saguão de embarque de um aeroporto, onde com sistemas convencionais temos uma sonorização geral centralizada e um sistema individual em cada portão de embarque. Com o uso do SCE-220 a sonorização seria uma só e os sonofletores instalados em uma única rede poderiam ser agrupados dinamicamente de diversas formas de

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	<b>Entenda a Sonorização Digital</b>	<b>900.82.001333</b>	<b>0</b>	11 de 14

acordo com a necessidade em grupos tais como “saguão”, “portão 13”, “área do café”, “escada rolante”, etc, virtualizando a forma de informação audível e reduzindo sensivelmente o ruído ambiente total.

#### Sistema digital de sonorização SCE220 Setorização Virtual



#### 4.4 Eficiência energética

Por ser totalmente digital o sistema SCE-220 possui alta eficiência, refletindo num custo de operação que não atinge 50% de um sistema analógico. Os dois fatores fundamentais para atingir-se essa eficiência são:

- 1) Não há concentração de equipamentos em bastidores, muito menos necessidade de sistemas de refrigeração.
- 2) Os amplificadores embarcados nos alto falantes são também digitais, de alta eficiência, ficam totalmente desligados quando necessário não havendo praticamente corrente de repouso como em amplificadores analógicos e em operação sua eficiência é maior que 85%.

#### 4.5 Espaço físico

Por ser um sistema totalmente distribuído, não é necessário planejar áreas reservadas para equipamentos pois toda a eletrônica do sistema está contida dentro dos Alto Falantes Digitais AFD-220 e dos Terminais de Controle, bastando apenas um lugar sobre uma mesa para a sua instalação.

#### 4.6 Integração com outros sistemas

Os Terminais de Controle e as Unidades de Acesso são equipadas com diversos padrões de protocolos largamente utilizados para facilitar sua integração com demais sistemas do local sonorizado. Dentre eles destacamos serviços de HTTP, SIP, SSH, NTP e RTP. Além disto destacamos a facilidade de programação dos terminais por meio de planilhas, que dispensam ferramentas especiais e conhecimento de linguagens de programação.

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	Entenda a Sonorização Digital	900.82.001333	0	12 de 14

## 4.7 Supervisão

Devido ao uso de processadores embarcados em cada caixa acústica AFD-220, o Sistema SCE-220 possui mecanismos de supervisão que monitoram constantemente o funcionamento de todos os alto falantes da rede permitindo um eficiente controle do estado operacional de todas as unidades e conseqüentemente uma redução dos custos de manutenção preventiva e preditiva.

## 5 COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS ANALÓGICOS E DIGITAIS

Fica evidente após esse descritivo que os sistemas digitais de sonorização não só substituem os atuais sistemas analógicos como também os torna obsoletos por conta de todas as características exclusivas apresentadas, impossíveis de se obter por meio de aparelhos analógicos.

Em resumo uma comparação entre os sistemas analógicos e os Sistemas Digitais SCE-220:

### 5.1 Sistemas Analógicos

- Processamento analógico das fontes de áudio: Ruído e interferências
- Amplificadores de baixa eficiência: Alto consumo de energia
- Bastidores para acomodar os amplificadores: Ocupação de espaço
- Necessidade de sala reservada e refrigeração: Mais espaço e energia
- Distribuição do sinal fixa e pré-determinada: Dificuldade de ajustes
- Acoplamento via transformadores: Perda de graves
- Transmissão analógica do sinal: Perda de agudos
- Alto-falantes passivos: Sem possibilidade de diagnóstico remoto

### 5.2 Sistemas Digitais

- Processamento digital das fontes de áudio: Alta relação sinal/ruído
- A unidade central pode ser até um celular Android: Menos espaço
- Transmissão digital até as caixas acústicas: Não sofre interferências
- Alto-falantes ativos: Amplificação, equalização e volume individuais
- Amplificadores digitais de alta performance: Baixo consumo de energia
- Sistema totalmente endereçável: Distribuição e seleção virtual
- Processamento local: Compensação de ruído ambiente individual
- Inteligência distribuída: Possibilidade de diagnóstico remoto
- Endereçamento: Cada alto-falante pode ser selecionados individualmente ou em grupo, permitindo uma distribuição da sonorização totalmente independente do cabeamento.
- Atraso digital individual: Permite compensarmos o tempo de propagação do áudio entre alto-falantes em longas plataformas, reduzindo as reverberações e resultando numa sonorização superior.
- Compressão dinâmica: Por meio de um processamento digital interno ao alto-falante é possível reduzir a faixa dinâmica do sinal garantindo uma melhor audibilidade em ambientes ruidosos.
- Amplificadores digitais de alta performance: Baixo consumo de energia
- Por ser totalmente digital permite a utilização no mesmo barramento de unidades de informação visual tais como: Relógios, Mapas dinâmicos, painéis multi-mídia, etc.
- Cabeamento de baixo custo utilizando cabo UTP cat 5 convencional.

## 6 HISTÓRICO DAS EMPRESAS

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	<b>Entenda a Sonorização Digital</b>	<b>900.82.001333</b>	<b>0</b>	13 de 14

O Sistema de Informação SCE-220 foi idealizado e desenvolvido pela Syspac Eletrônica e Synthesys Sistemas de Informação, empresas genuinamente brasileiras de capital nacional.

### **Synthesys Sistemas de Informação**

Empresa especializada em desenvolvimento de equipamentos e sistemas ferroviários de alta performance com larga experiência em fabricação, normatização e certificação de produtos nos mais diversos padrões internacionais.

### **Syspac Eletrônica**

Empresa especializada em desenvolvimento de equipamentos baseados em processadores de sinais, DSP, ambiente de tempo real e multi-tarefa. Fundada em 1988, foi a primeira empresa de desenvolvimento na América do Sul a fazer parte do programa “third party” da Texas Instruments Inc. de consultores associados

Autor:

Gershon Szklo  
Ger. de Aplicações  
Syspac Eletrônica Ltda  
[gershon@syspac.com.br](mailto:gershon@syspac.com.br)  
+55 11 2193 9200  
[www.syspac.com.br](http://www.syspac.com.br)

	TÍTULO	DOCUMENTO Nº	REVISÃO	FOLHA
	<b>Entenda a Sonorização Digital</b>	<b>900.82.001333</b>	<b>0</b>	14 de 14