

Cadernos de **Alta Fidelidade** (VI)



OUTRAS FONTES DE SINAL

Os SINTONIZADORES

Jorge Gonçalves

Cá estou novamente, depois de um forçado interregno, a falar sobre a alta fidelidade e alguns dos seus segredos. Continuando na saga da descrição dos diversos elementos de um sistema de alta fidelidade, chegou a vez de falar de um (se houver tempo talvez ainda dê um lamiré nos gira-discos, senão ficarão para outra oportunidade) dos mais importantes, embora seja por muitos negligenciado, já que só o consideram como elemento do sistema de áudio depois de terem adquirido todos os outros.

O sintonizador

O sintonizador é o descendente, já mais «enobrecido», dos antigos receptores de rádio de mesa. Nesses vetustos equipamentos, que ainda resistem sob a forma dos vulgares rádios portáteis, ou, numa outra vertente, dos *receivers*, estava tudo incorporado num só equipamento: receptor de rádio, amplificador, pré-amplificador, prato de gira-discos, etc.

A «moda» dos elementos separados criou um novo produto na forma de um equipamento que recebe o sinal de rádio e fornece ao exterior um sinal de áudio de nível de linha, resultado da separação da informação pretendida do seu veículo de transporte.

Podemos realmente considerar um sinal de rádio como sendo formado por um veículo de transporte ou portadora (a onda electromagnética), que leva dentro de si a informação que pretendemos transmitir à distância, vulgo programa/sinal modulador. A junção da informação à onda electromagnética toma o nome de *modulação* e, para os fins que nos interessam, pode ser feita segundo dois processos funda-



O Audiolab T8000 é um sintonizador de excelente qualidade.

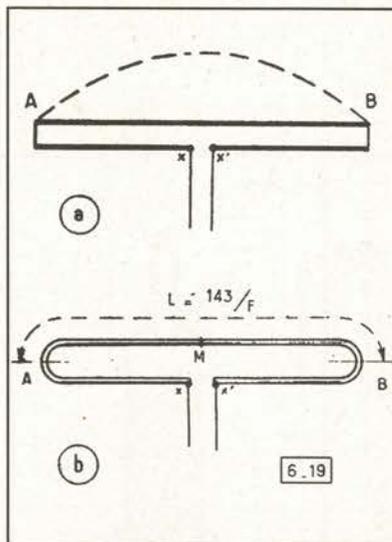
mentais: modulação de amplitude – o sinal de áudio faz variar a amplitude da portadora de radiofrequência; modulação de frequência – o sinal de áudio faz variar a frequência da onda de radiofrequência.

À conjugação destes dois sinais, a portadora de radiofrequência e a informação, normalmente um sinal de áudio – voz ou música, chama-se sinal de radiofrequência ou, abreviadamente, sinal de RF. Por questões que têm a ver fundamentalmente com a largura de banda ocupada, a frequência da portadora, a sensibilidade de cada tipo de modulação às interferências exteriores e ainda outros factores de que não vale a pena falar aqui em profundidade, a transmissão em modulação de frequência possibilita a recuperação do sinal de áudio com uma fidelidade muito superior à que é possível obter com modulação de amplitude, razão por que se pode dizer que é quase a técnica universal de transmissão de som

de alta fidelidade via rádio.

Os sinais de radiofrequência encontram-se divididos ao longo do espectro utilizável, e que vai dos cerca de 100 quilo-hertz (kHz) das ondas longas aos 12 giga-hertz (GHz) das emissões de TV e rádio por satélite. Essas divisões tomam nomes tais como ondas longas, ondas médias, ondas curtas, VHF-Banda I, VHF-Banda II, VHF-Bandas IV e V, EHF, SHF, etc. Por acordo entre os organismos radioeléctricos dos diversos países, reunidos no CITT (Comité Internacional dos Telégrafos e Telefones), ou ainda na UIT (União Internacional das Telecomunicações), que se reúne periodicamente nas denominadas Conferências Radioeléctricas, a gama de frequências utilizada universalmente para as transmissões em modulação de frequência (FM) é a Banda II, a qual se situa, na Europa e mais alguns países extra Europa, entre os 88 e os 108 mega-hertz.

Nestas frequências o sinal de RF tem um

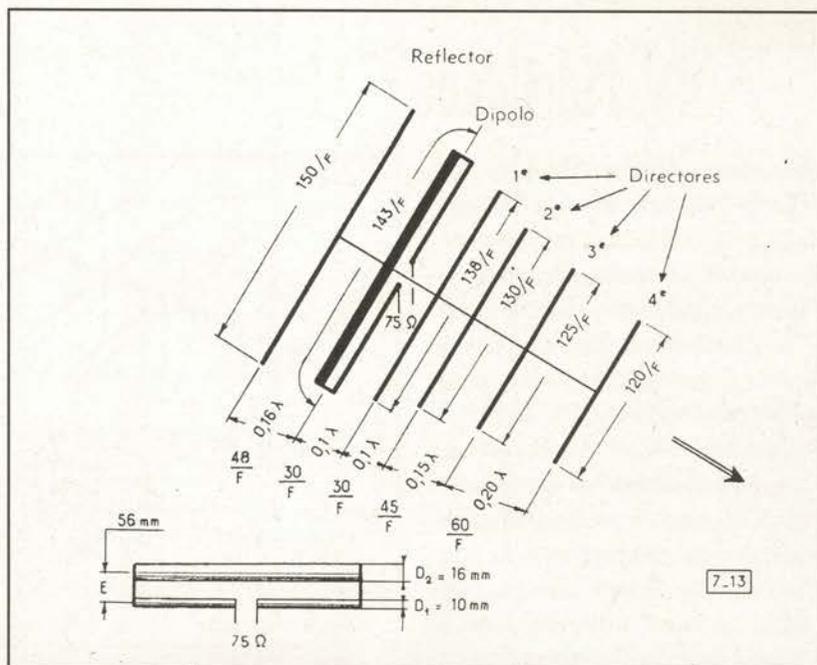


Construção de um dipolo dobrado.

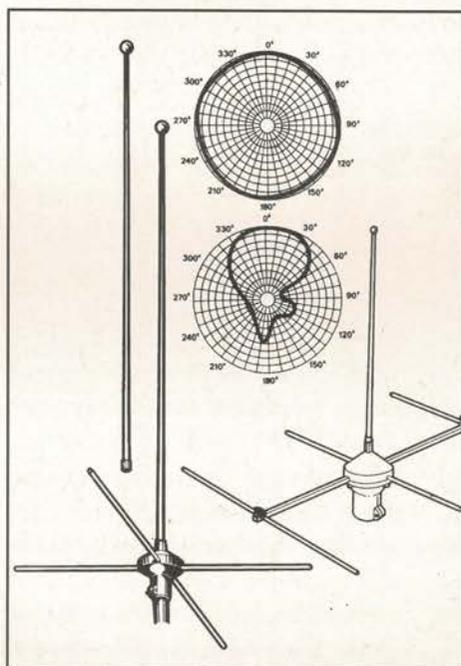
alcance relativamente limitado, já a que propagação da onda electromagnética (deslocação a partir do local de emissão ou transmissor) se faz fundamentalmente em linha de vista, o que implica que quer os obstáculos físicos quer a curvatura da Terra tornam difícil que se ultrapassem distâncias da ordem dos 100 quilómetros. Torna-se, assim, imprescindível, para cobrir um país como Portugal com uma mesma emissão (a chamada cobertura nacional), utilizar retransmissores, ou seja, conjuntos formados por um bom receptor de rádio que capta o sinal e o introduz de novo num transmissor, sendo assim possível cobrir mais cerca de uma centena de quilómetros até ao próximo retransmissor. Com cerca de 5...6 retransmissores destes é possível alargar a cobertura de uma dada estação a um país inteiro.

A importância da antena

Cabe aqui que nem ginjas uma discussão que eu venho acompanhando de há muitos anos a esta parte e que me parece que muitos dos que gostam de ouvir rádio ainda não perceberam totalmente. Trata-se da maior ou menor importância das antenas. Reparem que eu considero que são tão importantes que até vou falar nelas antes de falar nos sintonizadores em si. De facto, embora alguns talvez não percebam assim, a antena é um dos elementos mais importantes na cadeia de recepção. Basta pensar em que a antena é que transforma a onda electromagnética numa tensão que possa ser processada pelo receptor de rádio. Sem ela nada feito, não há tensão não há sinal. Já experimentaram ligar um sintonizador sem



Relação entre as dimensões dos elementos de uma antena Yagi e a frequência que se pretende receber.



As antenas omnidireccionais são muito pouco eficientes.

antena? Na saída de áudio não há som nenhum, exactamente porque não há tensão nenhuma aplicada na entrada de radiofrequência.

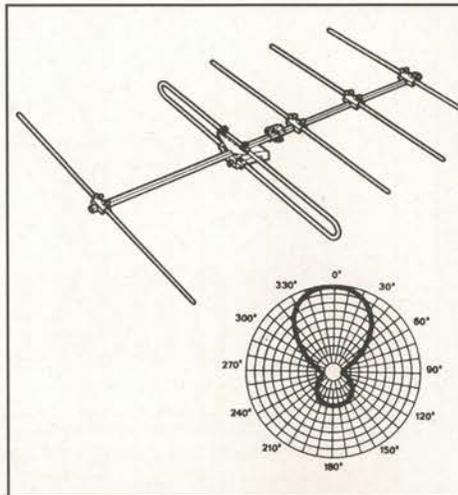
Tal como num sistema de áudio, quanto melhor for a fonte melhor é o som final, num sintonizador a qualidade do sinal de áudio na saída depende muito do sinal de antena. Claro que se utilizarmos um fiozinho qualquer pendurado já conseguimos obter sinal na maioria dos casos, mas esse sinal não é suficiente para otimizar o desempenho do sintonizador. Uma

antena tem a grande vantagem de ser sintonizada, isto é, em vez de responder a todos os sinais de radiofrequência que pululam ao longo do espectro, funciona particularmente bem apenas para algumas frequências, desprezando as outras. Deste modo escolhe os sinais com que pretendemos trabalhar e, para além disso, responde melhor a sinais provenientes de determinadas direcções – directividade.

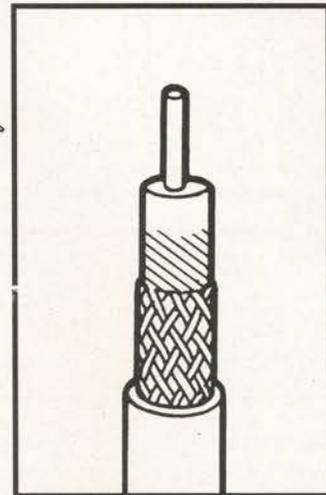
A maioria das antenas utilizadas hoje em dia é do tipo Yagi, consistindo num varão comprido, em alumínio, instalado horizontalmente, sobre o qual estão montados diversos componentes, também eles em alumínio. Um desses elementos, a que se chama dipolo, tem uma forma bastante diferente dos restantes, já que está dobrado de modo a constituir como que uma vara de trombone, sendo a ele que liga o cabo que vai em direcção ao sintonizador. Os outros elementos são simples varas, montadas em posição perpendicular em relação ao varão de suporte, tendo dimensões diferentes uns dos outros consoante a posição que ocupam ao longo do varão. Aliás, os comprimentos de todos estes elementos dependem da frequência do sinal a captar, razão por que as antenas para FM, Banda II, embora tenham a mesma forma básica, são razoavelmente maiores que as que se utilizam normalmente para captar sinais de televisão, quer sejam de VHF quer sejam de

UHF (as antenas para estes últimos sinais têm elementos bastante pequenos, da ordem dos 15...20 cm). Diz-se que este tipo de antenas, cujas dimensões dependem directamente da frequência do sinal a receber, são sintonizadas.

Voltando às antenas Yagi, elas possuem elementos (normalmente não muito mais que um) de dimensões maiores que as do dipolo, e colocados atrás deste (em relação à direcção para onde a antena aponta), os quais tomam o nome de reflectores, já que têm como função atenuar os sinais que provenham da direcção traseira da antena. Os outros elementos, normalmente em número mínimo de 3/4, são os directores e têm dimensões mais pequenas que as do dipolo. Quanto mais elementos uma



Uma antena Yagi de 5 elementos já permite obter excelentes resultados.



Constituição de um cabo de ligação de antena.

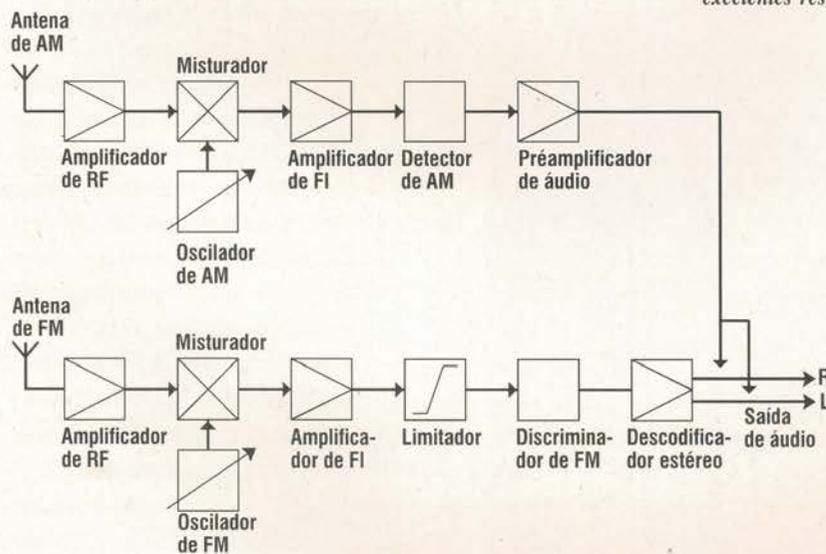


Diagrama de blocos de um sintonizador de AM-FM.

antena tiver maior é a sua capacidade de captação, ou ganho, medido em dB, e, também, normalmente, maior é a sua directividade.

Em RF, a relação entre o comprimento de onda do sinal portador e a frequência desse mesmo sinal estabelece-se através da fórmula:

$$\lambda f = c$$

em que λ é o comprimento de onda, f a frequência do sinal de RF e c a velocidade da luz. É a partir desta relação que se determinam as dimensões de cada um dos elementos de uma antena sintonizada.

A antena liga-se ao sintonizador através de um cabo próprio, dito de *impedância característica constante*, que tem a função de garantir

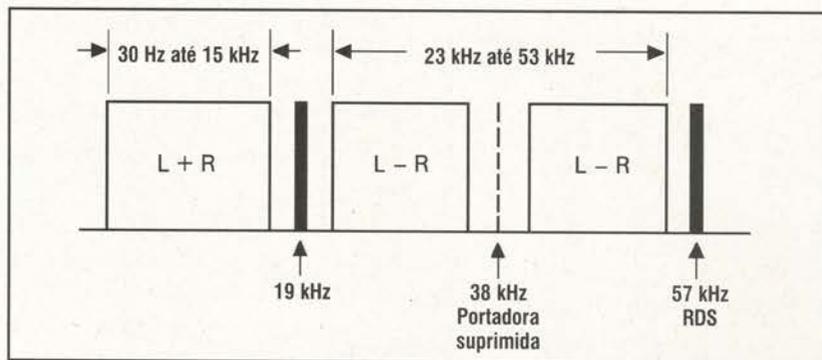
a transferência do valor máximo possível de sinal captado por esta. A maioria dos cabos utilizados hoje em dia têm impedâncias características de 75 ohms, a normalmente utilizada também nos cabos de antena de televisão, o que quer dizer que não é normalmente muito difícil transmitir os sinais de rádio/FM pelo mesmo cabo que transporta os sinais de TV, desde o momento que lá no alto existam antenas específicas para cada um destes tipos de sinais, claro. Os dois sinais entram juntos num dispositivo chamado misturador e depois são separados junto ao local de utilização por meio de um «separador», razão por que diversas instalações de antena colectiva possuem saídas separadas para rádio e TV (cuidado, porém, que isso não quer dizer nada porque em muitos

casos os instaladores pura e simplesmente não colocam a antena de FM, ou limitam-se a colocar um pouco mais que inútil elemento vertical que não serve para quase nada, pois, pretendendo captar tudo, não tem praticamente ganho nenhum). Para mim, aquele cabinho que vem junto com os sintonizadores, equipado de uma ficha de antena em alguns casos, não serve para mais que para assegurar ao consumidor que o sintonizador que acabou de comprar funciona. Depois de se ter assegurado disso, ponha-o pura e simplesmente de lado.

Fica aqui expresso de uma vez por todas que para captar sinais de FM em condições é essencial possuir um boa antena exterior, normalmente uma Yagi com pelo menos quatro elementos, orientada na direcção em que se consigam captar mais facilmente as estações preferenciais, ligada por um bom cabo coaxial (75 ohm) ao ponto de utilização. No fim de contas, ninguém hoje em dia acharia normal que se utilizasse um simples fio estendido para captar os sinais de televisão, pois não? Já repararam que em termos de frequência não estão assim tão longe dos de FM? Se é normal colocar no telhado uma antena para TV porque é que não será normal ter uma para ouvir rádio em FM?

O sintonizador lá por dentro

Voltando ao sintonizador, ele internamente possui um conjunto de blocos de processamento de sinal, o primeiro dos quais é o amplificador de RF que recebe o sinal da antena e o



Transmissão de estereofonia em FM.

amplifica até um nível adequado para ser processado internamente. Como não é fácil trabalhar directamente com sinais de frequência muito elevada (não se esqueçam que eles podem ir dos 88 aos 108 MHz), faz-se um «truque»: transformam-se esses sinais, de frequência variável, num sinal de frequência fixa, mais baixa, mas que continua a conter a informação que foi inicialmente incluída na portadora. A este processo chama-se heterodinagem e o bloco onde ele ocorre chama-se misturador.

A este sinal de frequência inferior chama-se sinal de frequência intermédia, ou FI, tomando este processo o nome de *heterodinagem* (aos receptores que funcionam segundo este princípio dá-se o nome de *receptores super-heteródinos*). Depois de este sinal de FI ser suficientemente amplificado, retira-se, no desmodulador ou detector de FM, o sinal de áudio. Caso se trate de recepção em estereofonia (o que é hoje verdade na maioria das situações), o sinal passa ainda por um descodificador de FM que recupera a informação correspondente aos canais direito e esquerdo (sobre isso falaremos um nadinha mais adiante). Os valores normalizados de FI para AM e FM são, respectivamente, 455 kHz e 10,7 MHz.

Um receptor de FM e outro de AM (modulação de amplitude e não apenas onda média, como muitos erroneamente interpretam) não são muito diferentes, excepto no tipo de desmodulador, razão por que no diagrama de blocos apresentado, correspondente a um sintonizador AM/FM, se representam os blocos de modo semelhante.

A estereofonia

Embora em alguns países já existam emis-

sões experimentais de estereofonia (dois canais) em onda média, o que vou dizer tem a ver especificamente com a transmissão estereofónica em FM.

Inicialmente (as emissões de FM começaram oficialmente nos anos 50), os sinais emitidos em FM eram exclusivamente monofónicos, tendo sido mais tarde necessário desenvolver um processo que permitisse enviar sinais em estereofonia, mantendo a compatibilidade com os receptores já existentes. Isso implicava que quem já possuísse um receptor de FM monofónico não sentiria qualquer diferença pelo facto de as emissões passarem a ser estereofónicas e, já agora, que não fosse muito complicado nem muito caro equipar os receptores existentes com estereofonia.

A ideia, como muitas vezes acontece, é quase um ovo de Colombo: em vez de enviar os sinais esquerdo e direito separados, o que implicaria que os receptores monofónicos só receberiam um ou outro, e ainda que seria necessária uma largura de banda muito superior, passou-se a enviar a semi-soma e a semidiferença dos dois sinais, ou seja,:

$$\frac{1}{2}(L+R) \text{ e } \frac{1}{2}(L-R)$$

Ao efectuarmos a semi-soma e a semidiferença destes dois sinais não-de reparar que ficamos novamente com os sinais *L* e *R* inteirinhos. Ora, *L+R* é o sinal monofónico, logo não se sentiria diferença nenhuma, tirando uma ligeira variação de nível, corrigível com o controlo de volume, entre antes (só sinais monofónicos) e depois (sinais estereofónicos). Bastava pensar num método para enviar o sinal *L-R* de modo a ser possível ouvir estereofonia. Então, porque não modular uma outra portado-

ra, com cerca de 38 kHz, em modulação de amplitude, e enviar esse novo sinal juntamente com o anterior (*L+R*)? O problema é que não era fácil, por razões de interferências e de largura de banda, juntar o sinal de 38 kHz, a chamada subportadora de estereo. Mas isso também não é problema, eliminam-se os 38 kHz, utilizando uma técnica de modulação chamada *portadora suprimida*, e manda-se um sinal de frequência exactamente igual a metade do valor necessário, ou seja, 19 kHz.

Quando da detecção do sinal, a presença dessa subportadora assinala que a emissão está a ser efectuada em estereofonia (é ela que faz acender o tal indicador luminoso, LED, ou qualquer outro dispositivo do género), o que faz desencadear o processo de recuperação do sinais dos canais esquerdo e direito. A esse bloco separado dos canais direito e esquerdo chama-se *descodificador de estereofonia*, existindo hoje em dia diversos circuitos integrados específicos que se encarregam dessa função.

Sensibilidade, selectividade e outras características importantes

A maioria dos sintonizadores actualmente existentes clama ser do tipo digital, o que na maioria dos casos significa que o processo de indicação da frequência do sinal captado utiliza tecnologias digitais, as quais permitem que apareça directamente no ecrã do mostrador a frequência sintonizada e ainda que a selecção das diversas frequências seja feita também por meios digitais, utilizando os chamados sintonizadores por cristal de quartzo. Não é que isso seja em si uma característica importante, só que é reclamada por tantos fabricantes que me apeteceu pespegá-la já aqui para clarificar os termos em relação a ela. A sintonia por sintonizador não é em si melhor nem pior que a sintonia convencional, apenas é extremamente prática, precisa, e facilita bastante quer a implementação dos circuitos do sintonizador quer a dos circuitos que memorizam os diversos valores de frequência, as chamadas *memórias*.

Vejamos então as diversas características mais importantes de um receptor/sintonizador:

Sensibilidade

Convém que ao recebermos um dado sinal de rádio ele nos apareça no outro extremo do sintonizador o mais limpo e isento de ruído possível. Para tal é necessário que, para além de um sinal de origem (antena) de boa qualidade, o sintonizador o trabalhe internamente em boas condições. A capacidade de processamento do sinal mede-se através da sua sensibilidade, que não é mais que a intensidade mínima de sinal (medida normalmente em microvolt ou dBf) que se deve ter na entrada para termos na saída um sinal com um conteúdo mínimo de ruído. Para não ter que se medir separadamente o sinal e o ruído que o acompanha, determina-se o quociente dos dois, ou seja, a divisão da amplitude do sinal pela amplitude do ruído próprio do sintonizador na ausência de sinal. Quanto maior for esse quociente, a relação sinal/ruído, melhor é o sintonizador. Diz-se então que uma relação sinal/ruído da ordem dos 55...60 dB corresponde a um sinal quase perfeito, enquanto 30 dB já é um valor aceitável.

O sinal estéreo necessita de uma amplitude relativamente mais elevada para se obter uma dada relação sinal-ruído, o que quer dizer que, se para um sinal estéreo se obtém uma dada relação sinal-ruído, para um sinal mono essa mesma relação sinal-ruído é ainda melhor. Outra maneira de apresentar os resultados é indicar, por exemplo, a sensibilidade para 30 dB S/N (*Signal/Noise*) em estéreo e para 26 dB em mono. Um excelente sintonizador consegue valores de sensibilidade da ordem dos 0,9 a 1 microvolt para 30 dB S/N.

Selectividade

As estações de FM estão normalmente distanciadas umas das outras de cerca de 300 kHz. Longe vão os tempos em que em Portugal se tinha apenas quatro estações de FM ao longo do espectro dos 88 aos 108 MHz! Hoje em dia, o elevado número de estações nacionais e locais praticamente enche todo o espaço disponível, fazendo com que em muitos casos as estações quase tenham frequências lado a lado.

A selectividade mede-se em dB e expressa a capacidade que um sintonizador tem de sintonizar uma dada estação, não sendo a qualidade do sinal recebido prejudicada por uma outra adjacente. Um sintonizador razoável tem de ter mais de 40 dB de selectividade, sendo 60...65 dB um valor excelente.

Rejeição de sinais AM

Mede-se também em dB e exprime, tal como o nome indica, a capacidade que o sintonizador tem de se concentrar num sinal modulado em FM e rejeitar outro, da mesma frequência, modulado em AM. Os valores aceitáveis começam em 50 dB, sendo 100 dB um valor de muito bom nível.

Distorção de intermodulação

A capacidade de processamento dos sinais de RF de baixa amplitude, bem como a própria técnica de heterodinagem, introduzem inevitavelmente alguma distorção. O valor da distorção do sinal de teste de áudio, recuperado na saída, dá uma ideia sobre a qualidade do sintonizador. Os valores bons de distorção IM começam em 60 dB, podendo ir a mais de 80 dB.

Rejeição de imagem de FI

Este parâmetro mede a capacidade do sintonizador para tratar de maneira independente dois sinais afastados do valor da frequência intermédia, 10,7 MHz. Se tivermos um sinal com, por exemplo, uma frequência de 90 MHz e outro com 100,7 MHz, o sintonizador deve ser capaz de diferenciá-los, produzindo na saída apenas o sinal correspondente à frequência sintonizada. Os valores de rejeição da imagem de I podem ir de 65 a 85...90 dB.

Rejeição da subportadora FM Estéreo (ou FM Multiplex)

O sinal piloto de 19 kHz encontra-se inserido numa zona perigosa do espectro audível, o que pode dar origem a batimentos com sinais de áudio. Normalmente insere-se na saída do descodificador de FM estéreo um filtro passivo que elimina todos os resíduos do sinal de 19 kHz. A capacidade de rejeição desse filtro situa-se entre os 40 e os 50 dB.

Resposta em frequência

Por razões de economia de espectro, a resposta em frequência de um canal de rádio estende-se dos 30...40 Hz aos 15 kHz.

Emissão de dados digitais – RDS

Nos tempos mais recentes, juntou-se ao sinal de áudio ainda outro tipo de sinal, contendo uma quantidade limitada de informação, e que fundamentalmente se destina a manter o ouvinte informado sobre o nome da estação sintonizada, o tipo de programação, informações de trânsito, pequenas notícias, etc.

Este novo tipo de serviço chama-se *RDS* e consiste tecnicamente na inserção de informações do tipo digital sobre uma nova portadora, com uma frequência de 57 kHz, sendo a modulação do tipo digital e resultando desse novo processo de modulação uma largura de banda de 1,1875 kHz. A informação consiste num fluxo permanente de 104 bits de dados, sendo esses 104 bits formados por quatro blocos de 26 bits, cada um deles separado em 16 bits de dados e 10 bits de controlo. Deste modo é possível inserir no mostrador informação sobre a localização do emissor, tipo de programa, informação horária, anúncios de trânsito (TA) e programação de trânsito (TP).

Uma das utilizações principais do RDS gira em torno da técnica EON (*Enhanced Other Networks*) e da lista alternativa de frequências, particularmente útil em situações tais como os auto-rádios, já que permite ao sintonizador armazenar em memória uma lista das diversas estações captadas numa dada área que estejam a emitir o mesmo tipo de programação. Deste modo, caso deixe de ser possível captar um dado emissor na localização geográfica actual, o sintonizador salta automaticamente para o segundo sinal, da mesma estação, captado nesse local, sendo este processo totalmente transparente para o utilizador. No caso de instalações domésticas, o RDS apenas tem como factores mais positivos a identificação automática do nome da estação sintonizada (o que não deixa de ser extremamente útil, hoje em dia, com a quantidade verdadeiramente impressionante de emissores existentes, pelo menos na região de Lisboa) e a comutação automática para informações de trânsito.

Transmissão digital de áudio ou DAB

O DAB é uma técnica relativamente recen-



A Grundig sempre foi famosa pelos seus sintonizadores.

te que permite utilizar quer os canais livres nos satélites utilizados para transmissões de TV, quer transmissores terrestres, para enviar som digital de alta qualidade, utilizando um processo de compressão semelhante ao empregue nas cassetes DCC.

As primeiras experiências de transmissão de rádio por satélite iniciaram-se em 1987, ao abrigo do programa Eureka, tendo as primeiras transmissões oficiais sido efectuadas na IFA de Berlim de 1989. Actualmente existe um número bastante elevado de canais de satélite que transmitem som digital de alta qualidade, não sendo possível, no entanto, captar a maioria deles em Portugal. Com a entrada em funcionamento dos canais previstos para o novo satélite Astra, espera-se que esta situação mude muito em breve.

Já se realizaram também diversas experiências no que toca a transmissões terrestres, nomeadamente em Inglaterra e no Estados Unidos, mas aqui a situação está algo mais confusa, principalmente por razões políticas não é difícil de imaginar o negócio que está por detrás da aprovação oficial do sistema mundial de DAB!

Conclusão

Um bom sintonizador é uma excelente fon-



Para mim, o 570ES é um dos melhores sintonizadores de sempre da Sony.

te sonora num sistema, principalmente agora que se assiste, ao contrário do que se passa com a televisão, que está com um nível de programação abaixo de cão (coitados dos cães) a uma constante melhoria quer em termos de conteúdo quer no que toca a qualidade sónica, da programação. A Antena 2 até consegue manter um bom nível de qualidade por vários dias, o «novo» Rádio Clube Português está no bom caminho, a Antena 3 também parece estar a fazer progressos. É esta certamente uma boa altura para fazer aquela compra que tem estado a adiar há tanto tempo. Veja os números que lhe indiquei para aferir a qualidade do sintonizador e vai concluir que há muito coisa na zona

dos 30...40 contos que satisfaz plenamente os requisitos. Mas não se esqueça de dar uma saltada ao telhado para ver se a antena de FM está lá. Sem isso pode nunca vir a saber como a rádio pode chegar a produzir sons tão bons.

JG



AUDIO