

Rádio Definido por Software: SDR

Luís Ferreira¹

As comunicações por rádio usam a propagação de uma perturbação electromagnética em espaço livre. Numa configuração mínima de transmissão por rádio existirá sempre um emissor e um recetor.

O SDR (*Software Define Radio*) é um método de fazer radiocomunicações em que parte do processamento é realizada por *software*, tanto na emissão como na receção. A principal vantagem na utilização de *software* é a sua fácil e rápida adaptação a diferentes contextos (variação nas características de propagação e conseqüente alteração na forma como se utiliza o espectro rádio eléctrico, frequências portadoras, largura de banda e método de modulação). As técnicas usadas em SDR, não são novas pois são as técnicas de processamento digital de sinal usadas nos *modems* de transmissão de dados, desenvolvidas nos anos 80, com o advento dos Processadores Digitais de Sinal, DSPs (*Digital Signal Processor*), que tiveram um impacto muito grande nas comunicações de dados por linha telefónica.



Fig. 1: Espectro de Sinais num SDR.

Na sua forma mais difundida entre radio amadores, o recetor consiste num andar de entrada com processamento digital (*down-converter* síncrono), gerando dois sinais resultantes do produto dos sinais recebidos com dois sinais sinusoidais em fase e em quadratura com a frequência de amostragem. Após a sua passagem por um filtro passa baixo, estes dois sinais, com larguras de banda normalmente inferiores a 200 kHz, são aplicados nas entradas da placa de som de um computador pessoal. Pode, também, ser utilizando um conversor A/D de elevado desempenho para realizar a conversão direta do sinal obtido na antena para um sinal digital e posterior processamento realizado por um dispositivo lógico reconfigurável tal como uma FPGA, (*Field Programmable Gate Array*).

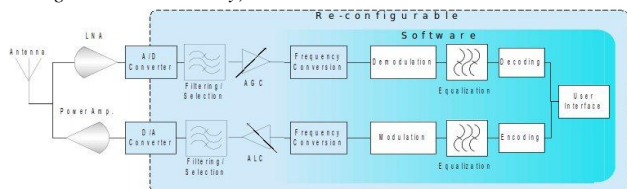


Fig. 1: Emissor-Recetor reconfigurável

Os sinais são posteriormente processados por um computador de utilização geral, sendo possível fazer a recuperação (desmodulação e decodificação) de diferentes canais de áudio em simultâneo. Estes podem ser disponibilizados via Internet e serem escutados em diferentes partes do globo recorrendo a *software* Web cliente. (Fig. 1).

O SDR começou por ser utilizado nas estações base de telefonia móvel, onde a capacidade de redefinir o tipo de processamento, permitiu obter uma utilização mais racional, para voz e dados, do espectro atribuído às empresas operadoras do serviço de radiocomunicações.

Os conversores A/D, D/A e as FPGAs, aliados a DSPs, são hoje o coração dos modernos sistemas SDR utilizados em telefonia móvel de consumo bem como militar. Nesta última a criptografia é uma outra área onde o SDR é utilizado com forte vantagem. É hoje possível fazer o tratamento de sinal integralmente digital, recorrendo a conversores A/D e D/A capazes de gerar 200 milhões de amostras por segundo com

16 bits de resolução (96 dB de S/N). Assim o espectro que vai de 0 a 100 MHz pode ser tratado com um único andar de banda-larga. Uma limitação neste sistema é a antena que terá diferentes características consoante a banda de frequências utilizada dentro desta banda.

Para a emissão/receção acima de 100 MHz são usados conversores de frequência (*up/down-converters*) que dividem o espectro em fatias de 100 MHz (superbandas) (Fig. 2 - Emissor-Recetor reconfigurável).

Os andares de *front-end* utilizados na receção e na emissão nesta família de rádios encontram-se sumariamente referidos no artigo “Rádio de banda ultra larga (UWB)” no número um deste jornal.

As FPGAs têm a capacidade de processar em paralelo esta quantidade de dados e disponibilizarem a informação relevante em canais de dados com comunicação série de alto-debito, por exemplo *giga-bit internet*, USB 3.0 ou outros. O SDR além de conversores de frequência e de decodificadores digitais faz uso de filtros digitais cuja unidade básica de processamento é a multiplicação de um sinal por um coeficiente e a soma com o resultado obtido na amostragem anterior MACD, *Multiply, Accumulate and Data Move*, sendo estas 4 operações feitas num único ciclo de relógio do processador. Esta é uma das unidades computacionais que distingue um DSP de um microprocessador normal. Apesar da enorme capacidade computacional dos modernos DSPs as modernas FPGA podem atingir valores muito mais altos cerca de 40 GMAC/s (*Giga Multiply, Add and Accumulate*) [1].

Alguns rádios baseados em FPGA disponibilizam até 256 canais de saída, em paralelo, acessíveis via Web. Um PC é apenas utilizado para visualizar o espectro ou para configurar o emissor e o receptor.

Existem diversos sistemas SDR comerciais: O Quixote e o X6-400 da *Innovation Integration*, SDR3000 da *FlexRadio*, *CoolUSB* utilizando uma FPGA *Altera Cyclone*, SDR-14, SDR-IQ e SDR-X da *RFSpace*, FA-SDR-TRX de DH1TW, *FunCube Dongle* da UMSAT-UK, *Transfox* da RFPAm, entre muitos outros. O mais pequeno e barato é a “*Pen USB*” destinada à receção de DVB-T (Televisão Digital Terrestre) por computadores pessoais.

O rádio ESR “*Electra Software Radio*” em UHF foi mais um SDR. Foi utilizado inicialmente pelas sondas MRO (*Mars Reconnaissance Orbiter*) e MSL (*Mars Science Laboratory*) produzidas pelo JPL/NASA para utilização em missões *Deep Space*. O projecto inicial teve como objectivo o reconhecimento da órbita de Marte e o estudo das características da sua superfície, (Fig. 3). Na MRO, o principal objectivo é a adaptação da transmissão de dados à distância a que o satélite se encontra. No ponto mais distante entre o elipsóide da órbita e a terra, esta tenta manter a transmissão dos sinais vitais e no ponto mais próximo, com melhores características de propagação, envia as fotos de alta resolução captadas da superfície de Marte. O ESR é capaz de fazer comunicações inter espaciais em UHF. Na sua versão mais recente (SDR TRL) pode, no modo de proximidade, utilizar a banda S (2 GHz) ou a Ka (26,5 a 40 GHz). Para este fim foi utilizada a FPGA



da família Virtex 5 de elevada e densidade produzida pela Xilinx, que é tolerante a radiação ionizante (*radiation-hardened-by-design RHBD*).

Fig. 3 : Rádio Electra

Utiliza arquitetura aberta com o objetivo de permitir a partilha de informação entre a NASA a indústria e a universidade.

Proximamente serão abordados mais temas de SDR neste jornal.

Referências:[1] Xilinx DS160 Spartan-6 Family

1 -Luís Ferreira

Sócio da AMRAD (CT2JTU).

Engenheiro Electrotécnico, área de Electrónica e Sistemas Digitais. Actualmente é estudante de doutoramento no Instituto Superior Técnico com interesses em algoritmos de processamento digital de sinal e rádio definido em *software* / rádio cognitivo.

Contacto: luis.fferreira@ist.utl.pt

