



## Editorial

O Jornal da AMRAD procura ser mais um meio de comunicação entre os sócios desta associação. O Jornal terá uma periodicidade trimestral e tem por objetivo dar a conhecer os trabalhos desenvolvidos por associados da AMRAD ou por convidados externos, na sua atividade profissional, ou outra, que seja considerada relevante. Neste primeiro número pode encontrar cinco contribuições de sócios da AMRAD: uma referência aos primeiros tempos da Rádio, em final século XIX, um trabalho sobre antenas do tipo dipolo magnético, um trabalho sobre comunicações NVIS onde estas antenas podem ser muito úteis, um trabalho sobre comunicações futuras em UWB e uma aplicação de rede de rádio na gestão de unidades agrícolas.

A Direcção da AMRAD

## Notícias AMRAD

**Cerimónia de Encerramento do 1º Centenário do IST** - Realizou-se no dia 23 de Maio de 2012 o encerramento do 1º Centenário do IST no campus do Taguspark. O Secretário de Estado do Empreendedorismo, Competitividade e Inovação, conheceu as instalações do IST-Tagus, e visitou o Centro Espacial Português, CS5CEP o projeto de parceria criado pela AMRAD em 2006. Durante a visita inteirou-se do funcionamento do centro de rastreio de satélites, e explicados os seus objetivos, em termos quer de educação científica e tecnológica junto das crianças e jovens em idade escolar, quer ainda da sua importância para projetos e teses de mestrado, que ali se estão a desenvolver, incluindo o estudo e desenvolvimento de sistemas modulares para a integração e construção de satélites educativos e científicos.

**Há 18 meses que nos deixou** - Tiago Ferreira Centieiro, CT5IWO, membro da AMRAD, era natural do concelho de Oeiras, foi dirigente associativo, estudante de engenharia, frequentava o curso de ciências aeronáuticas, tinha concluído o curso de piloto de aeronaves. Faleceu no dia 14 de Dezembro de 2010, vítima de um trágico acidente de aviação, que ocorreu na praia da Aguda, no concelho de Sintra. O Tiago completava 24 anos a 8 de Janeiro de 2012. Por decisão dos pais e familiares do Tiago Ferreira Centieiro, CT1IWO, os pais fizeram a doação à AMRAD da estação do serviço de amador do seu filho, com o propósito de apoiar programas de sensibilização e educação de jovens focados nas temáticas das ciências radioelétricas.

O legado do Tiago foi uma escolha do seu pai e da sua mãe doando para as atividades da AMRAD os equipamentos da estação CT1IWO, pertencentes ao seu filho Tiago Centieiro, para que pudessem de novo, ser meios empregues na mobilização e na educação de crianças e jovens motivados para as coisas da ciência e tecnologia. A doação teve como propósito ajudar a despertar vocações e formar jovens amadores de rádio no concelho de Oeiras, tal qual aconteceu com o seu filho há anos atrás.

**VNA AMRAD** - No âmbito da sua tese de mestrado, no ISEL, o colega Luís Lopes desenvolveu um *Vector Network Analyzer* que tem vindo a ter a supervisão e apoio da AMRAD. Os circuitos impressos de furo metalizado foram fabricados no IST no âmbito do protocolo AMRAD/IST. No próximo Jornal da AMRAD serão dados mais detalhes sobre este projeto.

## Destaque

### CIENTISTAS, AMADORES E PROFISSIONAIS

A Ciência é feita de pessoas. Com pessoas dedicadas e corajosas. Pessoas capazes de assumir e encarar os desafios do desconhecido com generosidade.

A Ciência e a Tecnologia são exercidas e desenvolvidas por pessoas que estudam, trabalham na procura de soluções, produzindo saber e competências. Pessoas que utilizam o conhecimento, adquirido com esforço de muitos anos de trabalho e estudo, para descobrirem novas aplicações, novos caminhos para a ciência ao serviço da humanidade. Para o bem-estar comum de todas as Civilizações, pela sustentabilidade do nosso Planeta.

A Ciência é pois exercida por pessoas simples e dedicadas, que trabalham na essência do conceito de que: "só aqueles que se arriscam a ir mais além saberão aquilo que nos é possível de alcançar".

A Ciência e a tecnologia são pois, feitas de anónimos, perdidos por detrás de estudos, ensaios desenvolvimentos e experimentação, concentrados no trabalho, cumprindo desígnios e objetivos traçados para a sua investigação.

Verdadeiros cientistas são aqueles que fazem exatamente isso. Não criticam. Fazem a sua parte. Costumam ser tímidos. Concentrados no seu trabalho. Acreditam no que fazem. Fazem com competência. Sabem e reconhecem a importância, não só da sua contribuição, mas têm também a ética de respeitar o trabalho e dedicação de outras pessoas e companheiros de profissão.

Muitas vezes, além do trabalho de pesquisa, também ensinam. São professores, mestres e formadores. São aquelas pessoas tão importantes na vida de todos Nós. Quem não se lembra de um professor, de um mestre ou de um formador na sua vida juvenil? São esses os responsáveis pela educação dos nossos jovens e o futuro de todos. Todos somos Nós, em certo sentido. Mas eles são aqueles que estão, dia após dia, a contribuir com o melhor de si para formar as novas gerações.

É um pouco de tudo isto, de saber e conhecimento, que oferecemos e procuramos através das nossas atividades focadas na cultura científica, como profissionais e amadores. É esta a Missão da AMRAD.

Mariano Gonçalves

## Indice

	Pag.
Editorial, Destaque e Noticias	1
A Rádio Passo a Passo (Parte I)	2
Antenas de Loop Magnético	3
Radiocomunicações Táticas acima do LOS	4
Rádio de Banda Ultra Larga (UWB)	5
A Simbiose da Electrónica com a Agricultura	6

# RÁDIO Passo a Passo

## Parte I: A rádio antes de Marconi

### Moisés Piedade<sup>1</sup>

Consideram-se ondas de rádio todas as perturbações eletromagnéticas com frequências entre 3 kHz e 300 GHz e que são capazes de se propagar em espaço livre. As tecnologias de rádio que hoje conhecemos e usamos foram fruto de muitos desenvolvimentos incrementais e, passo a passo, a rádio evoluiu desde os primitivos faiscadores até ao presente.

No século 19 a ligação entre os fenómenos magnéticos e elétricos era desconhecida. Em 1802, o italiano Gian Romagnosi sugere, pela 1ª vez, a existência de uma ligação deste tipo. Em 1822, o dinamarquês Cristian Oersted, comprova a existência desta ligação – uma corrente elétrica num fio desvia uma agulha magnética colocada na sua proximidade e abre, assim, caminho para a teoria do físico e matemático francês Ampere, que uma semana depois de Oersted apresenta uma teoria que explica a relação entre corrente elétrica num fio e a correspondente geração de campo magnético bem como a geração de forças entre condutores percorridos por correntes elétricas.

Em 1830 o italiano Francesco sugeriu, também, que luz e eletromagnetismo deviam estar ligados de alguma forma. Em 1832 o americano Joseph Henry faz experiências que mostram fenómenos de indução magnética a 60 m de distância; postula, então, a existência de um fenómeno de influência eletromagnética à distância. Em 1850, Henry mostrou que uma descarga elétrica podia magnetizar uma agulha magnética a 8 milhas de distância, isto, sabe-se hoje, só poderia ter acontecido à custa de ondas de rádio.

Em 1855 o físico experimentalista inglês David Hughes patenteou e realizou, nos EUA, um teleimpressor (telégrafo com teclado) do qual surgiram várias empresas.

Em 1864 James Maxwell apresenta uma teoria que prevê a existência de ondas eletromagnéticas onde os fenómenos elétricos, magnéticos e óticos estão associados numa mesma realidade - o campo eletromagnético. Em 1873 Maxwell descreve uma teoria que explica a propagação das ondas eletromagnéticas no espaço, mas morreu em 1879 sem ver provada a sua elegante teoria.

Em 1877 Edison patenteia o microfone de carvão, – apelidado de transmissor e que é baseado em partículas de carvão entre dois condutores: um diafragma condutor e uma placa traseira. O microfone é alimentado por uma pilha de células de Volta. A pressão acústica de um sinal de áudio faz a compressão/expansão das partículas de carbono e assim faz variar a resistência elétrica entre os dois condutores originando uma corrente elétrica proporcional à pressão acústica (intensidade do som).

Em 1877, Hughes desenvolveu o faiscador e fez muitas experiências com este dispositivo; em 1878 fez também várias melhorias no microfone de carvão, que até ao aparecimento generalizado das válvulas eletrônicas comerciais, em 1920, foi o único dispositivo capaz de produzir sinais de áudio com potência apreciável para serem reproduzidos num recetor telefónico (auscultador). Por razões económicas, o microfone de carvão manteve a sua utilidade nos sistemas telefónicos até cerca de 1980.



Nos ensaios com o novo microfone, Hughes descobriu, acidentalmente, que as faíscas geradas pelo seu faiscador produziam alterações na condução das partículas do microfone e estas faíscas eram ouvidas no auscultador. Transmitiu sinais codificados em Morse a cerca de 400 m usando este dispositivo (microfone de partículas de carvão) como detetor. Apesar de hoje se considerar como sendo a primeira transmissão por rádio detetada por um ser humano, o fenómeno na altura foi considerado apenas um fenómeno de indução. Só um ano mais tarde, em 1890, Hertz confirmou a existência das ondas eletromagnéticas, construiu dipolos elétricos com refletor parabólico que designou por antenas. Todavia, Hertz não conseguiu antever qualquer aplicação prática para as tais ondas e fazia questão de o afirmar publicamente.

Também em 1890 o físico francês Edouard Branly descobriu o *coherer* (detetor). Esta foi a designação dada a este dispositivo pelo físico inglês Oliver Lodge que também desenvolveu o *coherer*, mas foi, principalmente, o

inventor do altifalante de bobina móvel em 1898 (apesar deste tipo de altifalante só ter sucesso por volta de 1930) e foi, também, o inventor da vela de ignição dos motores de explosão em 1903. Os primeiros *coherer* eram constituídos por um conjunto de limalhas de vários metais (ferro, prata, níquel, etc.) que ocupam o espaço entre dois contactos próximos, em forma de cunhas opostas. A introdução das partículas faz lembrar o microfone de Hughes e de Edison - o princípio de funcionamento baseia-se na modulação da resistência inter-partículas por um campo elétrico de radio frequência, fenómeno que já tinha sido detetado por Huhges.

O *coherer* é alimentado com uma tensão contínua e quando um sinal de alta frequência é sobreposto a resistência elétrica entre os contactos baixa de valor alterando o valor da corrente que o atravessa. O dispositivo precisava de ser mecanicamente agitado para recuperar o estado de elevada resistência elétrica. O *coherer* detetava um impulso eletromagnético mas precisava de ser reativado para receber outro e por isso era usado para receber portadoras de rádio frequência comutadas (código de Morse tipo “mark-space” ou outro). Marconi patenteou em 1896 um “coherer” com dispositivo eletromecânico (baseado num solenoide) reativador que automaticamente depois de receber uma “mark” era reativado de modo a poder receber a próxima. Entre 1890 e 1894 o padre brasileiro Roberto de Moura que tinha estudado eletricidade em Itália fez experiências em telegrafia e telefonia no Brasil comunicando a cerca de 8 km de distância. Em 1891 Tesla – homem de muitas invenções, mas principalmente da corrente alternada, começa a investigar as altas frequências. Introduz o conceito de ressonância. Produz ressonadores bobina – condensador de alta qualidade, que em conjunto com o faiscador de Hughes



produz oscilações de rádio frequência com potência e frequência acima do que era previsível para a época. Em Fevereiro de 1892 Tesla prevê que estas altas frequências podem servir para transmitir mensagens. Constrói transmissores e recetores com os componentes básicos que iriam ser usados no futuro. Faz demonstrações públicas em 1893 transmitindo sinais a distâncias consideráveis. O cientista indiano Bose acreditava nas virtudes de ondas milimétricas e em 1894 transmite sinais a grande distância que se estima hoje terem a frequência de 60 GHz. Bose desenvolveu um *coherer* novo e fez centenas de experiências e testes com diferentes materiais e partículas, publicou os resultados da investigação mas nunca registou patentes. Bose foi o primeiro a fazer detetores de rádio com materiais que hoje se sabe serem semicondutores tipo

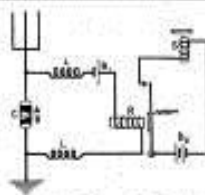


Fig. 101. Marconi 1896 Repeater.

P e tipo N, 60 anos antes de se conhecerem estes materiais. Fez também detetores baseados no contacto de uma ponta metálica com vários cristais (detetor a cristal, cuja expansão aconteceria entre 1900 e 1920). Bose fez comunicações na banda de 60 GHz e inventou vários dispositivos de micro ondas: cornetas, guias de onda, polarizadores, refletores, etc.



Marconi estava a par destes desenvolvimentos e, em 1896, submeteu uma patente e produziu o primeiro aparelho de rádio adaptado a comunicar a distâncias grandes – ondas longas – o telégrafo sem fios onde incorporou estes desenvolvimentos. Reuniu vários conhecimentos e a sua patente do sistema completo saiu em 1898.

Sucederam-se as comunicações intercontinentais. A rádio manteve-se como curiosidade e destinada a serviços oficiais e experiências científicas até 1920 onde o começo da radiodifusão promoveu o rádio como produto de consumo. Em 1919 venderam-se 5000 rádio recetores e em 1923 2,5 milhões de rádios, como veremos no próximo Jornal da AMRAD – A Rádio no período de 1900 a 1930.



#### 1- Moisés Piedade

Sócio Co-Fundador da AMRAD, presidente da Direcção.  
Titular de CAN CEPT, indicativo CT220.

Prof. Catedrático do IST onde criou várias disciplinas. Atualmente é o Coordenador Científico da Área de Eletrónica do IST. Interessa-se pela Rádio desde 1960. Em 1970 desenhou e construiu, no IST, circuitos de micro-ondas em 1 GHz. Nos anos 70 foi um dos jovens radioamadores entusiastas do VHF. Criou o grupo de investigação SIPS no INESC-ID onde realiza investigação em vários projetos, <http://sips.inesc-id.pt>.  
Contacto: [mep@inesc.pt](mailto:mep@inesc.pt)

# Antenas de Loop Magnético

Fernando Pimenta<sup>1</sup>

Quando falamos de sistemas de comunicação, inevitavelmente deixamos a escolha da antena para um plano secundário, e muitas vezes na hora da escolha da mesma, o orçamento já é reduzido ou mesmo nulo. No caso de comunicações de HF, o tamanho da antena torna-se um fator predominante na escolha da mesma, bem como o espaço que esta irá ocupar. Nesta ótica, surgem cada vez mais adeptos das antenas curtas, nomeadamente as antenas de Loop Magnético, facilmente dissimuladas no cimo de um prédio, numa varanda ou mesmo num pequeno jardim.

As antenas de Loop Magnético curtas são as mais vulgares e caracterizam-se pelo facto da corrente desenvolvida no seu elemento radiante, ser independente da distância do ponto de alimentação. Isto só é verdade para as antenas com comprimento total inferior a  $\lambda/10$ .

Um aro, com o diâmetro [b] e uma espessura de raio [a], tem uma indutância,

$$L = \mu_0 \cdot b \cdot \left[ \ln \left( 8 \cdot \frac{b}{a} \right) - 2 \right]$$

em que  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética.

Para determinar a eficiência de radiação da antena temos de determinar:

A resistência de perdas - que é obtida somando a resistência de perdas DC com a resistência de perdas devido ao efeito pelicular.

$$R_{DC} = \frac{P}{2 \cdot a \cdot \pi \cdot \sigma} \quad R_{pelicular} = \frac{b}{a} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot f \cdot \mu_0}{\sigma}}$$

A resistência de radiação - que é calculada pela expressão:

$$R_{rad} = 320 \cdot \pi^4 \cdot [S/\lambda^2]^2$$

Em que: P - potência do sinal de excitação  $\sigma$  - Condutividade eléctrica S - área do Loop.

O rendimento é calculado, por  $\mu = \frac{R_{radiação}}{R_{perdas} + R_{radiação}}$

Este valor só é real se a energia disponível no excitador é completamente entregue à antena.

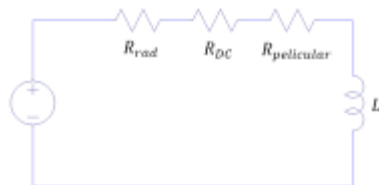
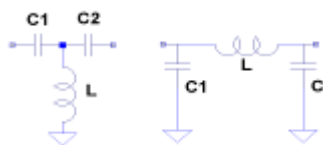


Fig. 1: modelo eléctrico do Loop

Através do modelo eléctrico da antena calcula-se a impedância da antena:

$$Z = R_{rad} + R_{DC} + R_{pelicular} + j\omega L$$

Sabe-se que a máxima transferência de energia é obtida quando a impedância de saída da fonte é igual ao conjugado da impedância da antena.



Na maioria das antenas isso é obtido com uma malha do tipo em Pi ou em T, ver figura.

Nas antenas de banda larga é mais difícil de se obterem bons resultados, motivo pelo qual é frequente ver-se atenuadores à entrada das mesmas, para

garantir um rácio VSWR mais uniforme. Quanto mais predominante for a parte real da impedância da antena, mais fácil é a sua adaptação e menos esta variará com a frequência.

A resolução deste tipo de problemas passa pelo desenvolvimento de antenas, com impedância puramente resistivas, próximas de 50  $\Omega$ . No caso das antenas de banda estreita isso é facilmente alcançado, desde que se garanta certas regras. No caso da antena de Loop, torna-la puramente resistiva é fácil, bastando colocar um condensador em série e promover a ressonância LC.

A seleção do condensador deve ter em conta que a tensão desenvolvida nos seus terminais é amplificada pelo fator de qualidade do sistema, o que significa alguns kV, dependendo obviamente da potência aplicada.

O fator de qualidade é calculado por  $Q = \frac{X_L}{R_{perdas} + R_{radiação}}$

Relembrando que o rendimento é dado por:

$$\mu = \frac{R_{radiação}}{R_{perdas} + R_{radiação}} = \frac{R_{radiação} \cdot Q}{X_L}$$

Podemos dizer que quanto maior é Q maior é o rendimento da antena, contudo há um compromisso entre o máximo fator de qualidade possível e a largura de banda, LB; mínima necessária para o tipo de modulação usada  $LB = \frac{f}{Q}$

Embora a impedância do Loop, seja puramente resistiva, não se aproxima de 50 $\Omega$ , o que implica um VSWR elevado.

Na adaptação da impedância da antena recorre-se geralmente a um de dois processos: *Gama Match* ou *Loop de Faraday*

Na prática ambos os processos originam resultados equivalentes a nível de adaptação da impedância. Em HF é típico obterem-se adaptações inferiores em toda a banda. Teoricamente o *Loop de Faraday* é mais inune ao campo eléctrico próximo, pois metade do Loop é blindado pela malha do cabo coaxial.

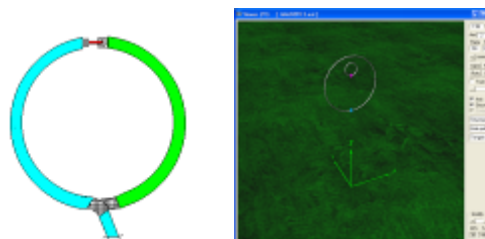


Fig. 3: Loop de Faraday e Fig. 4: Loop Magnético com diâmetro de 2 m.

As dimensões do Loop de Faraday é aproximadamente igual a um quinto do Loop principal, devendo o seu tamanho final ser ajustando em função do VSWR.

A título de conclusão apresento a simulação dum Loop Magnético com diâmetro de 2 metros, sintonizado para a frequência de 7,05MHz, com um condensador de 71 pF, utilizando o programa 4NEC2.

A corrente máxima calculada, no Loop principal, foi de 13 A e a tensão nos terminais do condensador ronda os 4 kV. Os diagramas de radiação são os seguintes:

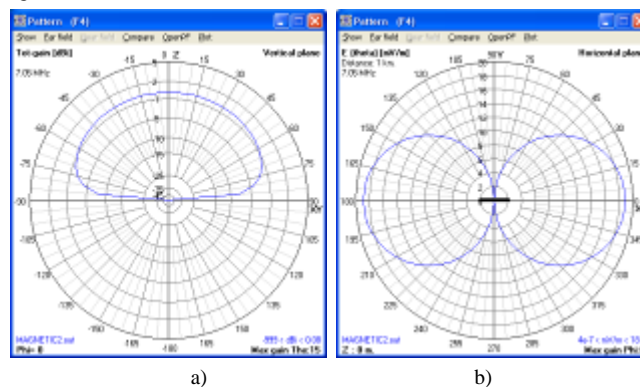


Fig. 5: Diagrama de Radiação Vertical a) e Horizontal b).

Para finalizar recorde que um dipolo de hertz tem um lóbulo de radiação idêntico quando a altura do mesmo, ao solo é de  $\lambda/4$ .

Para esta antena foi desenvolvido um sistema computadorizado que a sintoniza automaticamente na banda de 2 a 16 MHz, em cerca de 2s, mas com frequências pré-sintonizadas leva apenas 5 ms a fazer a comutação. Este tempo é compatível com a utilização em transceptores que usem espalhamento espectral por saltos de frequência com até 10 saltos por segundo, em HF.



**1- Fernando Martinho Pimenta**

Sócio- Fundador da AMRAD.  
Titular de CAN CEPT, indicativo CT1EXL  
Licenciado pela Universidade de Aveiro em Engenharia de Eletrónica e de Telecomunicações. Engenheiro de Desenvolvimento na EID, na unidade de comunicações táticas, onde trabalha desde 1997, nas mais diversas áreas, nomeadamente: amplificadores de potência de HF de Banda Larga, combinadores de potência, adaptadores e sistema de sintonia automática de antenas, tanto a nível de hardware como na programação dos sistemas digitais de controlo - DSPs.

Contacto: [ferpimenta@gmail.com](mailto:ferpimenta@gmail.com)

# Radiocomunicações Táticas Acima do LOS (*Line-Of-Sight*)

Mariano Gonçalves<sup>1</sup>



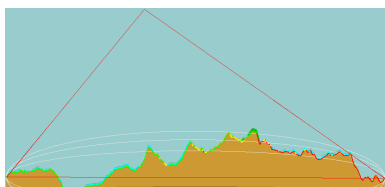
As radiocomunicações táticas exigem a aplicação de tecnologias, que permitam estabelecer e manter ligações radioelétricas para distâncias determinadas, com exploração segura, suscetíveis de não serem nem identificadas, nem interferidas por forças hostis (*jamming*).

No moderno TO (teatro de operações) das Missões de Paz em que Portugal participa inserido em organismos internacionais como ONU, NATO e EUFOR, as forças militares portuguesas empregam sistemas de rádio desenvolvidos e fabricados pela indústria portuguesa, pela EID, SA, tratam-se de sistemas radioelétricos dotados da transmissão e receção com *waveforms* que lhes permitem simultaneamente explorar ligações dentro e fora da linha de vista, consequentemente podem estabelecer por meios de rádio ligações com reflexão ionosférica, operacionalizadas por via da integração das tecnologias da comunicação digital segura (*comsec*) e da transmissão segura (*transec*), quer em frequência fixa, quer através das tecnologias de transmissão por salto de frequência (*frequency hopping*) com transmissão de voz e dados dentro de um espectro de frequências configurável (*hope set*).

Um dos fatores essenciais é o controlo da ligação por rádio, em termos da sua cobertura no terreno, sejam ligações em linha de vista, nas faixas de frequência de VHF e UHF ou por reflexão na ionosfera nas faixas de frequência de HF entre os 2 e 12 MHz.

As radiocomunicações táticas, não envolvem a instalação de sistemas de retransmissão. Estas radiocomunicações são empregues por forças especiais em missões autónomas, ocasionalmente poderão recorrer a ligações de apoio feitas através de aeronaves ou via satélite.

Uma força especial autónoma dependerá exclusivamente quer de si, quer dos meios radioelétricos que lhe estão atribuídos para a missão, e que são previamente planeados.

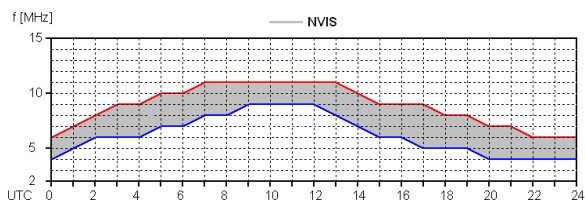


Link ionosférico, ângulo > 80°

As suas ligações táticas com a retaguarda de apoio, deverão ter uma cobertura objetiva, que lhe permita estabelecer e manter serviço por rádio,

dentro e acima da linha de vista,

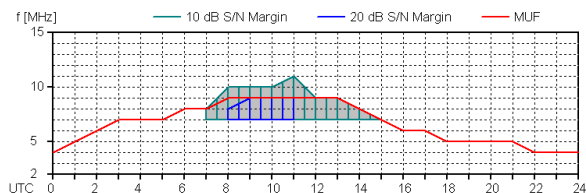
dependendo das condições de orografia do terreno, cobrindo distâncias por ligação ionosférica acima do LOS, entre 15 a 50, 100 ou 200 quilómetros de distância, através da interposição de cadeias de montanhas ou densas florestas e sem recurso a nenhum outro meio ativo de retransmissão.



Neste tipo de ligação radioelétrica, um dos dois fatores determinantes a BW da reflexão ionosférica, ângulos de 70 a 90°, TX 20W

saber controlar são: controlo dos ângulos de radiação das antenas empregues nos meios de rádio em ambas as direções da ligação, em segundo lugar, determinar qual a frequência crítica de reflexão (*foF2*) na camada ionosférica em função 1) da atividade solar e 2) do meridiano do lugar, sendo que a *foF2* varia com o tipo e intensidade da radiação cósmica e solar, com a latitude e o meridiano do lugar (hora solar).

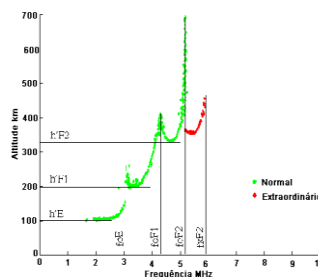
Uma das grandes vantagens neste modelo de radiocomunicações decorre do facto de que as perdas *path-loss* serem baixas, significa que as ligações podem ser sustentadas com baixos níveis de potência radiada.



Ligação ionosférica, ângulos abaixo 50°, TX de 1KW

Só as ondas radiadas dentro do espectro limite da frequência crítica de reflexão, onde determinadas frequências, são refletidas pela ionosfera, o que em geral ocorre entre 2 e 12 MHz, podem surgir janelas de reflexão com larguras de banda com apenas 500 kHz ou outras com 2 a 5 MHz de largura, são consequentemente, as frequências situadas dentro deste espectro, aquelas em que se pode explorar o efeito de reflexão ionosférica obtido a partir de ondas eletromagnéticas radiadas com elevados ângulos de incidência perpendicular à ionosfera, o chamado efeito de NVIS (*Near Vertical Incidence Skywave*), esta camada de reflexão ionosférica está variavelmente localizada entre 100 e 300 km de altitude, e deve ser explorada nas frequências situadas entre 90 a 85% da frequência crítica *FoF2*.

O emprego do sistema ALE (*Automatic Link Establishment*) permite substituir o recursos a radares ou sondas ionosféricas, são os sistemas que podem determinam a cada momento qual é a frequência crítica de reflexão *foF2* (a camada mais baixa da camada F), assim como a altitude de reflexão fora da atmosfera terrestre.



As camadas referidas no gráfico da sonda, demonstram como a curva é separada na frequência crítica dessa camada. Onde são visíveis as linhas de reflexão ascendentes que no começo de cada camada se curvam, em virtude do sinal emitido ser retardado sem ser refletido. Isto ocorre

quando a ionização subjacente tem uma frequência de plasma próxima, que não deixa refletir o sinal da frequência emitida pela sonda.

As ligações estabelecidas por onda de superfície e de solo, sofrem mais perdas por inserção que estas ligações ionosféricas, que se podem estabelecer com baixas potências de emissão, e permitem a penetração para além dos obstáculos naturais e artificiais.

Um *link* tático de HF na frequência de 5 MHz, capaz de cobrir uma ligação de 50 km, entre duas regiões montanhosas, necessitaria em primeira instância de dois sistemas radiantes que suportem um link bidirecional, capaz de radiar com ângulos de radiação ou incidência vertical na ionosfera acima dos 85° de elevação.

Os modernos recetores para comunicações de HF suportam sinais de -120dBm com uma relação sinal/ruído acima de 12 dB. O *path-loss* de uma ligação de HF com reflexão a 300 km de altitude, sem atenuação da camada D, é cerca 100 a 120 dB, um sistema radiante para as faixas de frequência entre 2 e 12 MHz, tem de ser uma antena de polaridade horizontal (nunca vertical), seja uma antena filar tática ou uma antena de *loop* magnético, oferecem ganhos diversos entre 2,6 a -8 dBi, logo as potências mínimas de saída do transmissor, deverão dispor apenas de níveis de potência na entrada de 30 dBm (1W), para uma ligação com uma relação S/N acima de 29 dB.



**Mariano Gonçalves**  
Sócio Fundador da AMRAD.  
Titular de CAN CEPT, indicativo CT1XI (ex. CR6XI)  
Perito em Telecomunicações, Feixes Hertzianos, Rádio e Comunicações Táticas, assessor técnico nas missões da ONU, NATO e EUFOR (Angola UNAVEM, Moçambique ONUMOZ, Bósnia-Herzegovina IFOR e SFOR, Congo EUFOR, Kosovo KFOR e Afeganistão ISAF).  
Formador para a Defesa Nacional na Escola Prática de Transmissões EPTm e Escola de Tecnologias Navais da Armada ETNA.  
Faz investigação e desenvolvimento, integração e engenharia de sistemas nas áreas da Rádio, Comunicações Táticas e Sistemas Radiantes para a indústria nacional e forças armadas desde 1973.  
Contacto: [ct1xi@amrad.pt](mailto:ct1xi@amrad.pt)

# Rádio de Banda Ultra Larga - (UWB)

Jorge Fernandes<sup>1</sup>

A utilização de dispositivos que requerem comunicações sem fios, com elevado ritmo de transmissão, a curta distância e com muito baixo consumo, aumentou significativamente nos últimos anos. Esta procura fez com que se delinhassem soluções alternativas à utilização convencional de portadoras sinusoidais com modulações que originam sinais de banda estreita. O objetivo é utilizar o espectro de frequências de forma mais eficiente. Em 2002, a *Federal Communication Commission* (FCC) dos Estados Unidos da América, permitiu a operação sem licença entre 3,1 GHz e 10,6 GHz para comunicação de banda ultra larga (*Ultra Wideband*, UWB) [1].

A regulamentação FCC impõe o uso de sinais de banda larga (largura de banda maior que 500 MHz medida a -10 dB) com um nível de potência muito baixo, inferior ao nível de ruído de outros sistemas de comunicações (Fig. 1), possibilitando assim a coexistência destas aplicações com outras licenciadas na mesma banda. Seguiram-se outras regulamentações com algumas diferenças, nomeadamente a Europeia em 2007, que não autoriza o uso da banda entre 4,8 GHz e 6,0 GHz e impõe outras restrições acima dos 8,5 GHz [2].

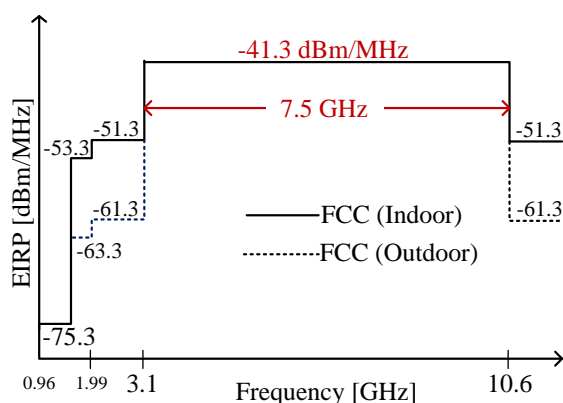


Fig. 1: Regulamentação da FCC para UWB.

técnicas convencionais com uso de portadora através da: 1) divisão do espectro disponível em várias bandas, *multi-band orthogonal frequency-division multiplexing* (MB-OFDM UWB), abordagem seguida principalmente em aplicações de transmissão de vídeo e USB sem fios com taxas de dados de 480 MB/s; 2) modulação de frequência de banda larga (FM-UWB) abordagem seguida em *body-area-networks* (BANs).

No entanto, o espírito original de UWB é o da era pioneira do rádio: a utilização de impulsos, técnica até recentemente usada apenas em aplicações específicas como o RADAR. Esta forma de UWB designa-se por *Impulse-Radio* (IR-UWB).

Impulsos muito estreitos, com duração da ordem das centenas de pico segundo, têm dificuldade em garantir que o espectro resultante respeite a máscara representada na Fig. 1, muito exigente na banda do GPS. Assim, os impulsos utilizados são geralmente impulsos Gaussianos modulados (ou aproximações destes) com duração inferior a 4 ns (Fig. 2).

Estes impulsos podem ser usados em comunicação a curta distância, até 10 m, sendo comum 1~2 m, com ritmos de transmissão de poucos Mb/s, em que a especificação principal é o muito baixo consumo de energia. Uma alteração muito importante, em relação aos sistemas convencionais, é que o elemento dominante no consumo deixa de ser o andar de saída do transmissor e passa a ser o recetor, uma vez que os sinais transmitidos têm um fator de ciclo muito reduzido (por exemplo, 2 ns em 1  $\mu$ s, Fig. 2 b)), enquanto os recetores têm que detetar um sinal de baixa amplitude sem portadora.

A ausência de portadora obriga a que a realização de um recetor coerente necessite de circuitos que garantam precisão no domínio do tempo (PLL e/ou sinal de relógio de elevada pureza espectral) e que têm consumo elevado. A realização de um recetor não-coerente, onde se deteta que a amplitude ultrapassou um determinado valor (*threshold detector*), permite reduzir o consumo mas tem como desvantagem reduzir a distância de comunicação.

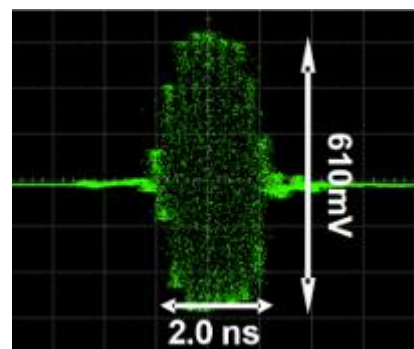
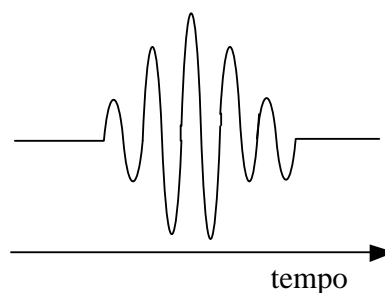


Fig. 2: Impulso modulado a) Gaussiano com modulação; b) obtido experimentalmente [3].

As aplicações alvo para a utilização de UWB incluem sistemas com restrições exigentes de consumo ou destinados a posicionamento, nomeadamente redes de sensores sem fios, sistemas de sensores e de posicionamento, comunicação entre circuitos sem contacto, aplicações biológicas ou biomédicas, sistemas de imagem, etc. A enorme variedade de aplicações e a possibilidade de implementação em circuito integrado com tecnologias CMOS nanométricas fazem com que este tipo de comunicações tenha um enorme potencial e possa vir a ser largamente utilizado nos próximos anos.

## Referências:

- [1] FCC Code of Federal Register (CFR), Title 47, Part 15.
- [2] ETSI ERM-TG31A – Ultra Wide Band for Short Range Devices.
- [3] M. Crepaldi, C. Li, K. Dronson, J. Fernandes, P. Kinget, “An Ultra-Low-Power Interference-Robust IR-UWB Transceiver Chipset Using Self-Synchronizing OOK Modulation” *IEEE Int. Solid-State Circuits Conf. (ISSCC’10)*, pp. 226-227, Fev. 2010.



Jorge R. Fernandes

Sócio da AMRAD.

É professor de Eletrónica no IST onde leciona várias disciplinas. O trabalho de investigação é feito no INESC-ID na área da microelectrónica em circuitos integrados de RF implementados em silício.

A sua atividade mais recente é na pesquisa de técnicas que permitam realizar sistemas completos de rádio comunicações em micro chips. É autor de um livro internacional (SPRINGER) sobre osciladores integrados para gerar sinais em quadratura.

Contacto: [jorge.fernandes@inesc-id.pt](mailto:jorge.fernandes@inesc-id.pt)

# A Simbiose da Rádio e Eletrónica com a Agricultura

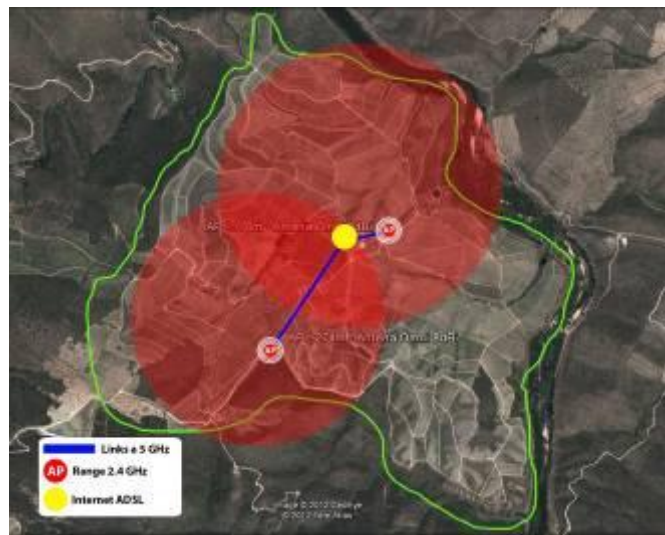
**Luís Miguel<sup>1</sup> - Diogo Sentieiro<sup>2</sup>**

Em terras de xisto, no interior profundo de Trás-os-Montes, Região do Douro Superior, freguesia da Muxagata, Vila Nova de Foz Coa, situa-se a Quinta da Ervamoira, pertencente à empresa Adriano Ramos Pinto Vinhos SA, produtor conhecido, nos vinhos de mesa, e nos famosos, Vinhos do Porto. Esta quinta, confina com o rio Coa, e aí produzem-se mais de 200 ha de vinha, em terreno acidentado, com quotas compreendidas entre os 110 m e 340 m de altitude.

Longe vão os tempos, em que o tratamento das vinhas e outras culturas eram feitos por mera ocasião, e de acordo com o estipulado, no Borda de Água. Com as sucessivas, alterações meteorológicas, e, a obtenção de água cada vez mais escassa, há necessidade de gerir, verbas, destinadas a irrigação, tratamentos fitossanitários, etc. É precisamente dentro deste conceito, que existe a simbiose da eletrónica, com a agricultura, senão, vejamos:

- No terreno, e dentro desta extensa área, existem duas estações meteorologias, coadjuvadas por mais quatro estações de solo, para recolha de dados, referentes a humidade do solo, humectação, ou humidade foliar.

- A humidade no solo, mede-se utilizando um sensor, composto por dois eléctrodos, envoltos numa matéria absorvente (gesso). Sabemos que a água se comporta como condutor eléctrico. À medida que o solo se torna seco, a resistência do sensor aumenta, invertendo o seu estado, logo que seja detetada presença de água, isto é, diminuindo a resistência entre os eléctrodos. Esta



leitura, faz-se em centíbar (CB), numa escala compreendida entre 0 e 200. 0 para solo saturado de água e 200 para solo seco. De uma forma geral, utilizam-se 2 sensores a diferentes níveis, para acompanhar a irrigação no sistema radicular das plantas.

- A humidade foliar, mede-se utilizando, um sensor, que se comporta como uma folha artificial. O princípio de funcionamento, é idêntico ao sensor anterior. Numa placa de circuito impresso, temos duas pistas condutoras paralelas, variando a resistência eléctrica, de acordo com a humidade que se acumula, entre elas. Teremos assim uma escala compreendida entre 0 e 15 (0 folha seca, e 15 folha molhada). Uma das particularidades deste sensor, não é só a deteção de água nas folhas, mas também informação, referente ao número de horas em que a folha se conservou húmida, alertando assim para quaisquer doenças que possam surgir e, conseqüentemente, iniciar o tratamento adequado ao tipo de cultura presente.

- Outros tipos de sensores, utilizados nesta instalação.

- Pluviómetro, para registo da precipitação, anemómetro/catavento, para controlo da velocidade / direcção do vento, sensor de humidade / temperatura, sensor de radiação solar e cálculo da evapotranspiração.

As recolhas de dados, para futuro processamento, são feitas através da Rede GSM para um computador central, onde está instalado o *software* adequado, que gere todo este sistema, e cria avisos fitossanitários, após as recolhas.

Devido ao fraco sinal nesta rede, recorreu-se ao uso de antenas de alto ganho tipo YAGI. O sistema híbrido de alimentação, é composto por um banco de baterias de 12 V, carregadas por um gerador eólico e por painéis



fotovoltaicos. Existe também um sistema de rede de dados interna, para envio de relatórios e informações, referentes à quantidade de uva, recolhida, na altura da vindima, e se for necessário o envio de imagens em tempo real, para observação das folhas, e das condições no terreno.

Na sequência desta necessidade surgiu a ideia de criar uma rede de dados *wireless* em toda a extensão da quinta para que esta tecnologia pudesse ajudar na manutenção e exploração da vinha.

Nesta primeira fase de integração foram selecionados dois locais para a instalação dos primeiros pontos de acesso à rede, que permitiram a cobertura de mais de 70% da quinta. O sistema foi montado partindo-se do princípio que o único acesso à internet está instalado no centro da quinta, localizado numa das cotas mais baixas, local onde se encontra o *router* ADSL do serviço de internet, tendo isto em conta foram instalados dois *links* de 5 GHz, ponto a ponto, que transportam o sinal de internet do *router*, até aos 2 pontos de acesso em 2,4GHz, ponto-multiponto, que estão situados, o primeiro na entrada da quinta (cota 274 m) e o segundo no museu (cota 176 m).

O sistema pode ser utilizado em diversas plataformas e com diferentes valências ao nível das redes IP, pode receber sistemas de vídeo vigilância por IP, telefones VOIP, terminais de pagamento multibanco (já se encontra em funcionamento no museu) bem como dados de telemetria das estações de meteorologia e de solo; o sistema é independente da rede eléctrica, e funciona unicamente com 12 V de tensão contínua.



**1- Luís Miguel** – Sócio Fundador da AMRAD  
Titular de CAN CEPT, indicativo CT4UE

Empresário e industrial, nos sectores ligado à indústria e comércio, nacional e de exportação, de sistemas eléctricos a partir de fontes de energia renováveis, incluindo sistemas de deteção e controlo remoto.

Contacto: [luismi.geste1@mail.telepac.pt](mailto:luismi.geste1@mail.telepac.pt)



**2- Diogo Sentieiro** - Sócio da AMRAD  
Titular de CAN CEPT indicativo CT2HEW

Foi tesoureiro da anterior Direcção da AMRAD.

Na atividade profissional é repórter de imagem para o mercado televisivo.

Contacto: [diogosentieiro@sapo.pt](mailto:diogosentieiro@sapo.pt)