

# Ouvindo o emissor SAQ de Grimeton

Arne Sikö<sup>1</sup>, Alexandre Aibeo<sup>2,3</sup>, Nuno André<sup>4</sup>, Ricardo Gama<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Halmstad, Suécia e Membro da Alexander Association

<sup>2</sup> Instituto de Astrofísica e Ciências do Espaço, Porto

<sup>3</sup> Centro de Astrofísica, Universidade do Porto

<sup>4</sup> VPIphotonics GmbH, Carnotstr. 6, 10587 Berlin, Alemanha

<sup>5</sup> Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Lamego, IPV, Av. Visconde Guedes Teixeira, Lamego

rgama@estgl.ipv.pt

## Resumo

O mais antigo transmissor de rádio, ainda em funcionamento, encontra-se localizado em Grimeton, na Suécia. Este emissor foi construído em 1922 e era usado para emissões de telegrafia transatlântica nas primeiras décadas do séc. XX. É atualmente reconhecido como Património da Humanidade pela UNESCO e efetua emissões comemorativas regulares. Uma vez que utiliza uma frequência de 17,2 kHz, na banda de VLF, é possível utilizar um computador munido com uma placa de som para receber e ouvir as suas mensagens em código Morse. Neste artigo iremos fazer uma breve descrição da história e estado atual desta verdadeira relíquia da tecnologia, assim como mostrar de que modo se pode operacionalizar uma observação das suas emissões.

## Introdução

Com um simples computador e algum material, fácil de obter, é possível pôr em funcionamento um recetor de frequências ultra-baixas e ter acesso à grande atividade existente na gama dos 0 aos 96 kHz. Nos dois primeiros artigos desta série [1, 2], foi descrita a implementação e operacionalização da estação recetora, e como dar os primeiros passos nas observações nesta banda de frequências.

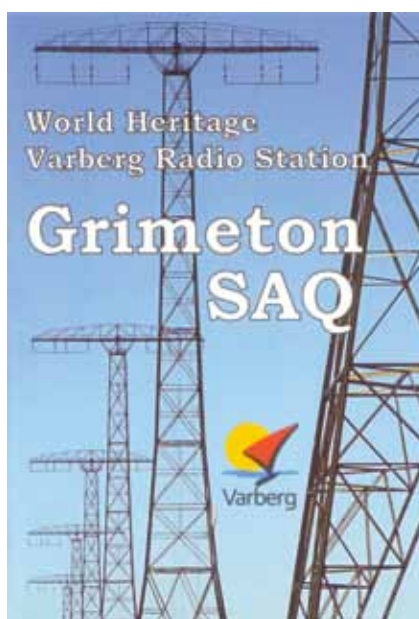
Uma das atividades mais interessantes que pode ser desenvolvida é a receção de mensagens em Morse emitidas na frequência de 17,2 kHz pelo mais antigo transmissor ainda em funcionamento. Usada para emissões de telegrafia transatlântica nas primeiras décadas, após a sua inauguração em 1925, a estação emissora de Grimeton serviu também a marinha Sueca, tendo sido usada para comunicações com submarinos até 1996. Presentemente, a estação é considerada Património da Humanidade

pela UNESCO e a associação *Alexander* ajuda a manter viva esta estação, efetuando transmissões ocasionais em dias comemorativos.

Neste artigo iremos apresentar um pouco da história e modo de funcionamento desta estação, terminando com uma descrição detalhada de como receber as suas mensagens.

## O emissor de Grimeton

O transmissor de ondas longas de Grimeton, na Suécia, tem o indicativo de chamada internacional SAQ. A sua construção data do período logo após a Primeira Guerra Mundial, impulsionada pelo corte dos cabos submarinos de telegrafia. Embora os cabos tenham sido reparados depois da guerra e as comunicações reestabelecidas, a Suécia, tal como muitos outros países, continuava dependente de terceiros para comunicações de longa distância, o que não era, a longo prazo, uma situação desejável.



Apesar de no início do século já existirem transmissores de arco voltaico com capacidade transatlântica [1], estes não eram uma alternativa viável devido às grandes interferências a que estavam sujeitos. Também os sistemas a válvulas (o componente antecessor do

Fig. 1 - Sistema de antenas do emissor de Grimeton.

transistor) já estavam disponíveis desde 1906 mas ainda não tinham a capacidade de lidar com as grandes potências necessárias para comunicações transatlânticas. O que poderia então ser feito?

Uma possibilidade seria a utilização de geradores semelhantes aos da rede elétrica, que naturalmente conseguiriam suportar as potências necessárias. No entanto, estes geradores forneciam corrente a uma frequência de 50/60 Hz, logo as ondas eletromagnéticas geradas teriam um comprimento de onda de 6000 km. Tal comprimento inviabiliza a sua utilização, uma vez que, por questões de eficiência, existe a necessidade de as antenas dos sistemas de telecomunicações terem dimensões comparáveis ao comprimento de onda da radiação emitida/recebida.

Apesar destas limitações iniciais, usando métodos diferentes, o inventor canadiano e um dos pioneiros da rádio Reginald Fessenden conseguiu obter gamas de frequências de 50 kHz a 100 kHz com geradores elétricos de baixa potência. No início do século XX, Fessenden foi contratado pela General Electric nos EUA, onde o engenheiro sueco Ernst Alexanderson se tornou o responsável pelo projeto de desenvolvimento de um gerador do género, mas que tivesse potência suficiente para comunicações de longa distância. Isto implicaria que o novo gerador fosse cerca de cem vezes mais potente que os geradores originais de Fessenden e limitado a uma frequência máxima de 20 kHz.



Fig. 2 - Transmissor de Alexanderson da estação de Grimeton.

Algum tempo depois, as estações com geradores deste género, apelidados de Alternadores de Alexanderson [2], faziam parte de um sistema mundial, construído no início dos anos 20, com o seu centro em Long Island, Nova Iorque. Na Suécia, a aldeia de Grimeton foi escolhida, pois os sinais chegavam a Nova Iorque sem muita atenuação, seguindo a curvatura da Terra entre dois condutores: a água marinha e a ionosfera.

A decisão para construir a estação foi tomada pelo parlamento sueco em 1920. Um dos passos seguintes foi a negociação com os agricultores da região para a aquisição dos terrenos necessários. A aquisição revelou-se uma tarefa complexa, visto que os proprietários estavam relutantes em acordar valores. Finalmente os acordos foram assinados,



Fig. 3 - Mapa de Grimeton - Nova Iorque. Ao longo de 100 km de costa na província de Halland, a sul de Gotenburgo, um grande círculo pode ser desenhado até Nova Iorque, praticamente sem tocar terra. Este facto é extremamente importante pois a absorção da radiação que passa sobre terra é consideravelmente maior do que a que passa sobre a água salina, que é condutora de electricidade. A antiga aldeia de Grimeton está situada a 10 km da costa, evitando assim ataques pelos navios couraçados da época.

não sem algumas manifestações de suspeição relativamente à nova técnica de transmissão. Será que as vacas produziram tanto leite como outrora, e não seriam também as faíscas da antena prejudiciais para humanos e animais?

### Antigamente e agora

Para receber telegramas de Nova Iorque, foi construída uma estação de receção a alguma distância do emissor. Kungsbacka, foi a localidade escolhida, situada 50 km a norte de Grimeton. Para receção optou-se por uma antena horizontal com 20 km de comprimento. A casa ainda existe, sendo hoje em dia usada como habitação. À exceção da casa, nenhum equipamento original sobreviveu.

A construção da estação de Grimeton decorreu como planeado e a estação iniciou as transmissões em 1924. Foi oficialmente inaugurada por Sua Majestade o Rei Gustaf V da Suécia, que no seu telegrama inaugural ao presidente Coolidge dos EUA elogiou as boas relações existentes entre os dois países.

Nunca foram vistas faíscas a sair da antena e as vacas continuaram a produzir leite como até então. Anúncios no jornal local garantiam que o gado podia ser levado para as “pastagens rádio”, onde hoje em dia os seus descendentes pastam ainda.

Devido aos fortes campos magnéticos, poder-se-iam esperar problemas de saúde nos funcionários



Fig. 4 - Responsável pela estação há muito tempo, Bengt Dagås verifica os instrumentos durante uma transmissão.

da estação, muitos tendo lá trabalhado toda a sua carreira. No entanto, nenhum problema foi notado. Ao invés foram detetados muitos casos de problemas auditivos devido ao ruído elevado e constante do “rugir do gigante”.

Poderíamos questionar o porquê da estação não ter sido desmantelada, quando o tráfego cessou em 1945, no fim da segunda Grande Guerra. Sabemos hoje, uma vez que passou a ser do conhecimento público em meados dos anos 90, que a antena tinha sido continuamente usada pela Marinha Sueca para a comunicação com submarinos.

Não sendo membro da OTAN, a Suécia tinha de contar com os seus próprios transmissores. Abaixo da superfície marinha, a comunicação tinha de ser efectuada na frequência mais baixa possível, já que a atenuação da água salina rapidamente aumenta com a frequência.



Fig. 5 - Visitantes a presenciar uma transmissão no Dia Alexander. Operador Lars Kålland está a transmitir a mensagem. Presenciar o procedimento de arranque e a transmissão com a máquina à velocidade de funcionamento, e os sinais de Morse audíveis é uma experiência fascinante. É comum o gerador ainda estar a rodar quando os relatórios de receção são recebidos via Internet, uma interessante cooperação entre velhas e novas tecnologias.

Assim sendo, Grimeton era perfeito para este propósito, obviamente através do uso de equipamento eletrónico moderno. Nos anos 70, o desmantelamento do gerador foi proposto, mas o seu carácter único foi enfatizado por entusiastas de rádio e residentes locais. A estação foi declarada como edifício histórico em 1996 e Património da Humanidade em 2004 como sendo o último do seu tipo e por se encontrar bem preservado. A era dos alternadores de Alexanderson foi muito breve. Nos finais dos anos 20 nenhuma nova estação foram construídas porque os avanços nas tecnologias de transmissão revelaram as grandes vantagens do uso da onda curta em detrimento da onda longa usada em Grimeton.

A Fundação Património da Humanidade de Grimeton é proprietária da estação e opera-a. Um centro de visitantes foi construído e visitas guiadas são

organizadas regularmente durante o verão e em qualquer altura para grupos sob pedido. A associação Alexander foi criada para dar apoio a estas atividades, tendo membros por toda a Suécia bem como em outros países. Na sua página inicial<sup>1</sup>, é dada informação sobre eventos e assuntos relacionados. Três transmissões anuais têm sido realizadas:

- No dia Alexander, normalmente no domingo mais próximo de 1 de Julho, são realizadas duas transmissões. O público é convidado a observar as transmissões e a fazer visitas guiadas entre outras atividades.
- No dia das Nações Unidas, a 24 de Outubro.
- Em todas as manhãs da véspera de Natal, sendo hoje em dia uma tradição popular. A origem desta tradição remonta à véspera de Natal de 1906 quando, para enorme surpresa dos operadores de rádio, Fessenden realizou uma transmissão com um dos seus alternadores, que este conseguiu modular para enviar uma mensagem com voz e música (com o próprio a tocar violino). Foi a primeira transmissão do género, comemorada cem anos mais tarde com a transmissão de Grimeton. Desde então, todos os anos é enviada uma mensagem de Natal.

Presentemente, o início de cada transmissão é realizado do seguinte modo:

- Durante o arranque, enquanto a antena é afinada e outros ajustes são realizados, uma série de sinais internacionais para efeitos de teste são transmitidos (V's, juntamente com o indicativo da estação, SAQ).
- A transmissão oficial inicia com: CQ CQ CQ DE SAQ SAQ, ou VVV VVV VVV DE SAQ SAQ repetida uma ou duas vezes. CQ é o sinal para uma chamada geral e DE é simplesmente “de” (já que os termos de telecomunicações eram inicialmente dados em francês).
- Seguidamente, a mensagem é transmitida, demorando aproximadamente 10 minutos.

Os relatórios de receção das transmissões oficialmente anunciadas são confirmados por um cartão QSL.



Fig. 6 - Cartão QSL enviado a quem registar a emissão do SAQ.

<sup>1</sup> <http://ww.alexander.n.se>

## Observações e registos

Tendo operacionalizado uma estação recetora da banda VLF, como descrito em [1, 2], é possível registar as emissões do SAQ. Atendendo a que o sinal recebido é muito ténue e o nosso sistema muito simples, nada pode ser descurado para melhorar a receção.

A nossa antena de campo magnético é direcional [2], e por conseguinte deve ser posicionada de forma a maximizar o ganho do sinal que se pretende registar. Os sinais de rádio seguem as linhas geodésicas, segmentos de Grandes Círculos, entre a estação emissora e recetora. Assim, tendo escolhido o local de observação idealmente isolado de fontes de ruído eletromagnético, temos que calcular o Azimute de chegada do sinal.

O Azimute é o ângulo entre o eixo Norte-Sul e a geodésica percorrida pelo sinal, como mostra a Figura 7. Assumindo um modelo esférico para a Terra, a distância entre quaisquer dois pontos  $P_1 = (lat_1, long_1)$  e  $P_2 = (lat_2, long_2)$  é dada por [5]:

$$D = R \arccos [\text{sen}(lat_1)\text{sen}(lat_2) + \cos(lat_1)\cos(lat_2)\cos(long_2 - long_1)] \quad (1)$$

sendo  $R = 6371$  km o raio médio da Terra.

A estação emissora de Grimeton está situada nas coordenadas  $+057,113^\circ$  de Latitude e  $+012,397^\circ$  de Longitude, ou seja a aproximadamente  $D = 2325$  km do último local de observação na Serra da Arada (São Pedro do Sul, Viseu) a  $+040,883^\circ$  de Latitude e  $-008,112^\circ$  de Longitude. O Azimute, em radianos, pode ser calculado através de:

$$\theta = \arctan2(Y, X), \quad (2)$$

onde

$$X = \cos(lat_1)\text{sen}(lat_2) - \text{sen}(lat_1)\cos(lat_2)\cos(long_2 - long_1)$$

e

$$Y = \cos(lat_2)\text{sen}(long_2 - long_1),$$

ou usando algumas calculadoras existentes *online*<sup>2</sup>.

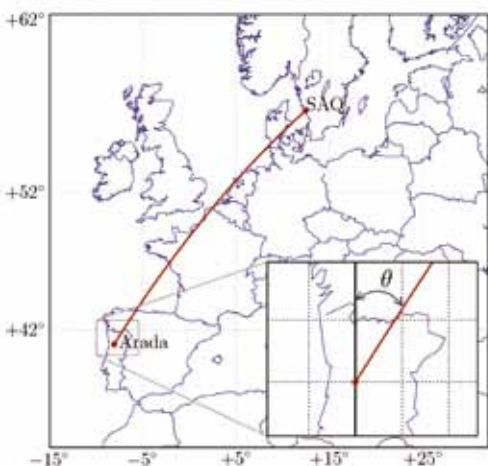


Fig. 7 - Mapa com o trajeto do sinal de Grimeton até à Serra da Arada. O ângulo  $\theta$  é o azimute do sinal do SAQ."

<sup>2</sup> por exemplo: <http://www.movable-type.co.uk/scripts/latlong.html>

Na expressão (2) o ponto  $P_1$  terá que ser a nossa posição e o  $P_2$  a posição do emissor cujo sinal iremos receber. Para o nosso local de observação o Azimute do sinal do SAQ era de  $\theta = 32,206^\circ$ , como mostra a Figura 8. Assim a antena terá de ser rodada de  $\theta = 32,206^\circ$  de Norte para Este, de modo a maximizar o seu ganho.

Como referido na secção anterior, as mensagens transmitidas pelo SAQ são codificadas em Código Morse, utilizando uma modulação de onda contínua. Este é o modo mais simples de modular um sinal. Esta modulação é obtida ligando e desligando a saída do emissor, de forma a codificar, geralmente em Morse, a mensagem a ser transmitida.

A	• —	N	— •	1	• — — — —
B	— • • •	O	— — — —	2	• • — — —
C	— • — •	P	• — — •	3	• • • — —
D	— • •	Q	— — • —	4	• • • • —
E	•	R	• — •	5	• • • • •
F	• • — •	S	• • •	6	— • • • •
G	— — •	T	—	7	— — • • •
H	• • • •	U	• • —	8	— — • • •
I	• •	V	• • • —	9	— — — — •
J	• — — —	W	• — —	0	— — — — —
K	— • —	X	— • • —	.	• — • • •
L	• — • •	Y	— • — —	'	— — • • • —
M	— —	Z	— — • •	/	• • • • •

Fig. 8 - Alfabeto Morse. Se um ponto for uma unidade de tempo, um traço será equivalente a três unidades. Pontos e traços individuais são separados por uma unidade de tempo, símbolos por três e palavras por sete unidades.

A transmissão que descrevemos aqui ocorreu a 24 de Outubro de 2010 pelas 11 UTC<sup>3</sup>. O local escolhido para a observação revelou ser muito bom, com praticamente nenhum ruído a contaminar o sinal recebido, como mostra o espectro da observação ilustrado na Figura 9.

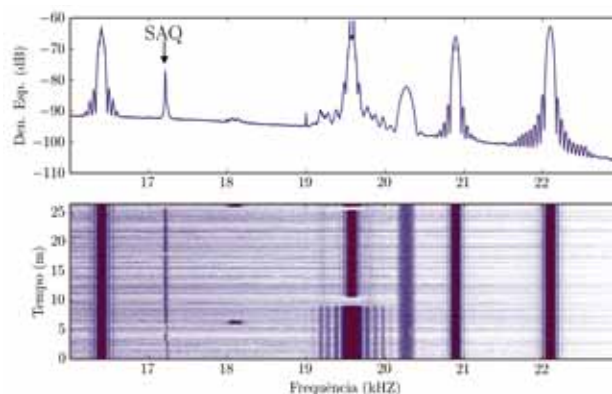


Fig. 9 - Espectro da observação de 24 de Outubro às 11h UTC, na Serra da Arada.

<sup>3</sup> Para mais informações sobre o tempo oficial de Portugal ver a página web do Observatório Astronómico de Lisboa, <http://oal.ul.pt/>

Para além de serem claramente visíveis os emissores JNX, GBZ, ICV, FTA e GQD, é facilmente reconhecida a linha a 17,2 kHz “desenhada” pelo SAQ. É de reparar que nos primeiros 5 a 6 minutos da emissão, a frequência varia um pouco até realmente estabilizar. Isto é devido ao facto de o motor mecânico do transmissor demorar algum tempo até estabilizar a frequência.

A qualidade da receção era tão boa que foi mesmo possível ver os pontos e traços do Morse a ser recebido. A Figura 11 ilustra isso mesmo, com a típica chamada do SAQ antes do início da transmissão da mensagem oficial: *VVV VVV VVV DE SAQ SAQ*.

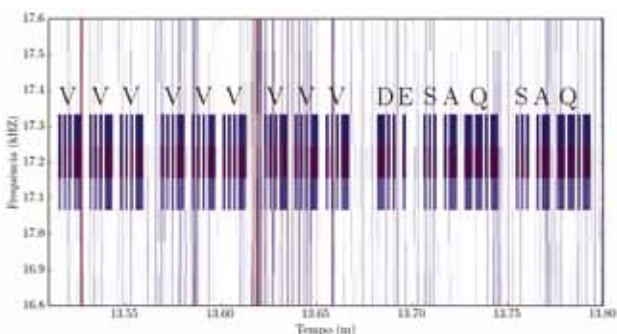


Fig. 10 - Excerto de 21 s da transmissão, onde é visível a chamada do SAQ.

Como desafio, deixamos um pequeno excerto da mensagem transmitida nesse dia, ver Figura 11, para o leitor descodificar.

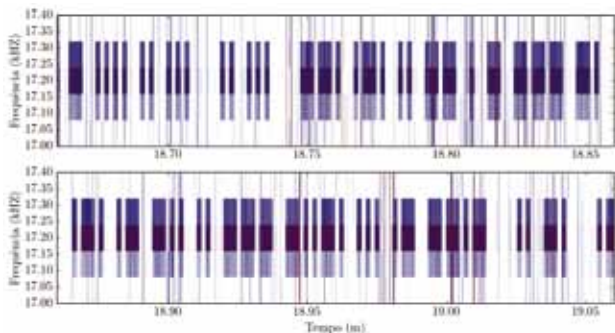


Fig. 11 - Excerto da transmissão para o leitor descodificar (ver solução no final do artigo [6]).

Esperamos ter motivado os leitores para a receção e registo das próximas emissões do SAQ. Até à data muito poucos são os Portugueses que constam dos relatórios oficiais de receção da fundação Alexander. Desejamos que em breve, e com o impulso deste artigo, o cenário se torne diferente.

#### Referências

1. A. Aibéo, N. André, R. Gama, “Construção de recetores rádio como introdução à física das telecomunicações - parte I”, *Gazeta de Física* 37 (1), 17 (2014).
2. A. Aibéo, N. André, R. Gama, “Construção de recetores rádio como introdução à física das telecomunicações - parte II”, *Gazeta de Física* 37 (2), 38 (2014).

3. T. K. Sarkar et al, *History of Wireless*, John Wiley Sons Inc. (2006).
4. B. Shrader, “When Radio Transmitters Were Machines”, *QST*, Vol. 93, Issue 1, 36 (2009).
5. T. G. Feeman, “Portraits of the Earth: A Mathematician Looks at Maps”, *Mathematical World - AMS*, Vol. 18 (2002).
6. “THIS IS GRIMETON RADIO/SAQ IN A”



**Arne Sikö** é Licenciado em Física e Mestre em Engenharia Física pelo Politécnico de Lund, Suécia. Trabalhou como professor na Universidade Halmstad, lecionando principalmente Engenharia Eletrotécnica, Física e Astronomia. Agora está oficialmente reformado, mas continua a colaborar com a Universidade em *part-time*. Autor de vários livros escolares, participa regularmente em ações de divulgação de ciência e tecnologia. É elemento ativo no SAQ.



**Alexandre Aibéo** é licenciado em Astronomia, Mestre em Fundamentos e Aplicações da Mecânica de Fluidos e doutorado em Astronomia pela Universidade do Porto. É docente na Escola Superior de Tecnologia de Viseu e desenvolve trabalhos na área da Magneto-Hidrodinâmica aplicada ao Vento Solar. Dedicase à promoção da cultura científica deste 1996 com palestras, tertúlias, sessões de observação, exposições, etc. Foi vencedor da primeira edição nacional do *FAME-LAB – Comunicar Ciência - 2010* e em 2012 publicou o livro de divulgação *Isto não é (só) Matemática*.



**Nuno André** é licenciado e mestre em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Desenvolve os seus trabalhos de doutoramento como engenheiro ótico na empresa VPIphotonics, onde investiga tecnologias para redes de acesso óticas. Nos tempos livres dedica-se, entre outras coisas, a atividades de rádio amadorismo.



**Ricardo Gama** é licenciado em Astronomia, Mestre e Doutoramento em Matemática Aplicada pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. É docente na Escola Superior de Tecnologia de Lamego e desenvolve projetos de divulgação científica/tecnológica, através da realização de workshops de construção de rádios de cristal e observações de sinais em VLF.