

# Estação de Radiocomunicações do NRISSEL

## Um Espaço Laboratorial

Henrique Silva, Rodrigo Matias, Carlos Santos, Samuel Ribeiro, João Seixas,  
André Matos e Daniel Ferreira



Instituto Superior de Engenharia de Lisboa  
Departamento de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e de Computadores  
Edifício 5 – Sala 9  
Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1950-062, Lisboa, Portugal  
telef: 218317209; fax: 218317114; e-mail: hjsilva@deetc.isel.ipl.pt

*Neste artigo defende-se a importância da estação de radiocomunicações do NRISSEL<sup>1</sup>, enquanto espaço laboratorial para realização de experiências e aplicação prática de trabalhos desenvolvidos por alunos. Para esse efeito, apresentam-se de forma sumária três desses trabalhos, referindo em cada caso a forma de utilização deste espaço laboratorial e a utilidade que os sistemas desenvolvidos têm para a estação. Escolheram-se trabalhos de áreas diferentes para salientar ainda o carácter multidisciplinar e interdisciplinaridade associado a este laboratório.*

## I. Introdução

O ensino de matérias com recorrência a trabalhos práticos de laboratório, apresenta-se simultaneamente como um reforço e um complemento ao ensino teórico. Permite o contacto com a realidade física dos fenómenos, o estudo de algumas matérias cuja quantificação matemática é mais complicada e ainda a clarificação de muitos conceitos teóricos. O contacto com equipamentos e técnicas de medida é igualmente salutar em todo o processo de aprendizagem teórico-prática.

A estação de radiocomunicações do NRISSEL, enquanto espaço laboratorial como aqui se defende, visa contribuir para um contacto com o funcionamento de diferentes sistemas de telecomunicações, mostrando-se a interdisciplinaridade necessária para que estes sistemas funcionem. Nesta perspectiva fica bem patente que as contribuições da electrónica, da informática, das redes de computadores, do processamento de sinal e das telecomunicações são fundamentais para que tal aconteça.

No âmbito desta apresentação, justificam-se as afirmações anteriores através da descrição de três trabalhos realizados por alunos da LESTE<sup>2</sup>, em diferentes disciplinas do curso e que utilizaram a estação para o efeito.

---

<sup>1</sup> NRISSEL - Núcleo de Radioamadorismo do ISEL

<sup>2</sup> Licenciatura em Engenharia de Sistemas de Telecomunicações e Electrónica - ISEL

No primeiro trabalho descrevem-se as características dum “Sistema Automático de Controlo duma Estação de Comunicação por Satélite”, para acompanhamento de satélites de órbita baixa<sup>3</sup>.

O trabalho consiste no desenvolvimento duma arquitectura de hardware programável que apresenta uma interface com um equipamento de rádio, uma interface com um sistema de orientação de antenas e uma interface com um computador. Um software de acompanhamento de satélites fornece a informação da frequência de transmissão e posição dum satélite e o sistema desenvolvido interpreta esta informação, controlando a frequência com correcção do efeito de *Doppler* e simultaneamente orienta as referidas antenas para a posição do satélite. Trata-se dum trabalho essencialmente nas áreas da electrónica e do controlo.

O segundo trabalho funciona como complemento do anterior. Consiste numa “Interface Rádio para Visualização de Informação APRS” e permite o controlo remoto dum equipamento rádio e a recepção automática de informação<sup>4</sup>. Com a aplicação desenvolvida estabelece-se uma ligação remota a um computador instalado na estação do NRISSEL, através dum *socket* TCP. Este computador está ligado a um rádio, programável por software, que recebe segundo o protocolo AX.25, informação de APRS. Esta informação é catalogada em função do respectivo conteúdo – Telemetria, Meteorologia ou SMS e é registada numa base de dados. O acesso a esta informação pode ser feito através duma página WEB. Trata-se assim dum trabalho essencialmente da área da programação e gestão de informação.

No terceiro trabalho descreve-se uma experiência de “Recepção de Imagens de Meteorologia do Satélite METEOSAT”. Esta experiência teve como base um estudo prévio sobre as características destes satélites e os cálculos para o *link budget*<sup>5</sup>. A recepção das imagens foi possível através da utilização duma antena parabólica de 3.8 metros e dum LNB construído com base em circuitos estudados anteriormente por alunos de Projecto de Fim de Curso. O sinal recebido do satélite em 1691 MHz, é convertido para 435 MHz. Um equipamento rádio que opera nesta frequência faz a desmodulação de FM, e o sinal de áudio é aplicado a uma placa de som num computador. Utiliza-se um software dedicado para a obtenção da imagem de meteorologia. Posteriormente a imagem é ainda processada de forma a salientar a nebulosidade. Trata-se dum trabalho da área dos sistemas de telecomunicações fixos por satélite e da propagação de ondas e antenas.

## II. Trabalhos Desenvolvidos

### *1º Trabalho* - Rodrigo Matias

#### **“Sistema Automático de Controlo duma Estação de Comunicação por Satélite”**

Para que se possa instalar uma estação automática de comunicações via satélite, são necessários alguns requisitos técnicos que implicam um elevado investimento. Existe naturalmente a possibilidade da estação ter um comando manual, ficando o utilizador responsável pelo ajuste dos vários parâmetros envolvidos numa comunicação deste tipo. No entanto, quando se trata de uma



---

<sup>3</sup> Desenvolvido por Rodrigo Matias em Projecto de Electrónica, com orientação do professor Miguel Campilho Gomes

<sup>4</sup> Desenvolvido por Carlos Santos, João Seixas e Samuel Ribeiro em Sistemas de Telecomunicações I, com orientação do professor António Serrador

<sup>5</sup> Desenvolvido por André Matos e Daniel Ferreira em Sistemas de Telecomunicações I, com orientação do professor António Serrador

comunicação através de um satélite LEO de órbita polar, torna-se na maioria dos casos impossível ajustar todos os parâmetros, com base num só operador. Dado o movimento do satélite, os ajustes de azimute e elevação da antena tem que ser feitos com alguma rapidez, bem como o ajuste das frequências de emissão e recepção do equipamento de rádio em virtude do efeito de *Doppler*. No caso de se tratarem de comunicações digitais, pode ser ainda necessário fazer ajustes no sinal recebido de forma otimizar ao máximo a eficiência da comunicação.

Para que se possa libertar o operador desta responsabilidade, concentrando-se exclusivamente na comunicação, é necessário encontrar uma forma de controlar automaticamente a ligação. O projecto que aqui se apresenta, foi baptizado com o nome de *Station Controller* - (SC). Trata-se dum aparelho de baixo custo, baseado num microcontrolador, capaz de realizar todas as tarefas de controlo da estação de comunicações via satélite.

Em modo automático, tudo começa num computador – figura 1, onde um software calcula em tempo real, a posição exacta dos satélites e o desvio de frequência correspondente ao efeito de *Doppler*. Através duma ligação USB ao computador, o SC recebe estes dados e utiliza-os para ajustar continuamente a frequência de transmissão do rádio e a posição das antenas, através do Controlador dos Rotores - (CR) dessas antenas. Do rotor das antenas são recebidos pelo SC dois sinais analógicos, correspondentes à posição em que os motores de azimute e elevação se encontram. Estas posições são comparadas com as recebidas do computador e imediatamente ajustadas.

O SC tem um ecrã LCD de grandes dimensões através do qual se apresenta em cada instante, os valores do desvio de frequência, do azimute e elevação e o sentido do movimento dos motores.

Este sistema, instalado na estação de radiocomunicações do NRISSEL, tem permitido o acompanhamento eficiente de vários satélites tanto de amador [1], como de meteorologia [2].

**2º Trabalho** - Carlos Santos, Samuel Ribeiro e João Seixas

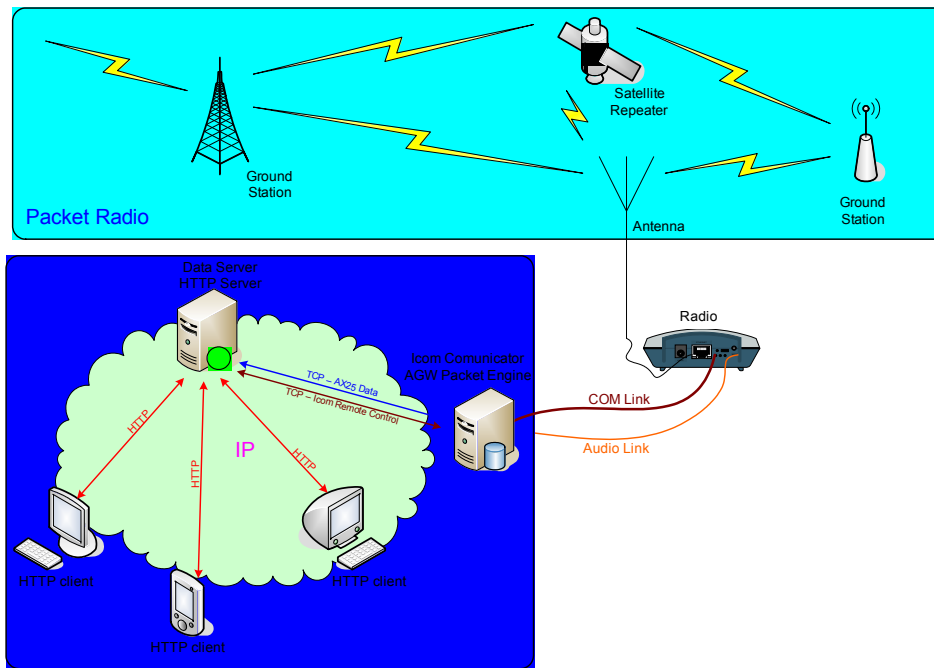
### ***“Interface Rádio para Visualização de Informação APRS”***

Trata-se dum trabalho com várias componentes. No seu conjunto, resulta num sistema que permite disponibilizar na Internet informação relativa ao tráfego de *Packet Radio* que é captado pela estação de radiocomunicações do NRISSEL. É também permitida a selecção do canal rádio que permite escutar o respectivo tráfego.



**Figura 1. O SC, o rádio o CR e o sistema completo**





**Figura 2. Esquema do Sistema de Monitorização de Pacotes AX25**

O ponto de entrada do sistema – figura 2, é a interpretação do sinal áudio na forma AX25 [3] recebido pelo rádio. Esta interpretação é feita em tempo real por uma aplicação denominada de *AGW Packet Engine* [4], que ao mesmo tempo transmite os dados resultantes da interpretação do sinal áudio, através duma ligação TCP. Esta ligação é estabelecida por uma segunda aplicação com a designação de *Data Server*, que recebe e armazena os dados anteriores. O acesso a estes dados é feito via Internet tendo-se criado para o efeito uma página em *html* que recorre a *CGIs* para extrair o respectivo conteúdo da base de dados do *Data Server*. Através da mesma página de Internet, é também possível o controlo indirecto do canal rádio a escutar. Para o efeito, recorre-se a outro *CGI* que, estabelecendo uma ligação TCP com uma terceira aplicação denominada *Icom Communicator*, envia pedidos de alteração de canal de frequência. A aplicação *Icom Communicator* tem a função de configurar o rádio Icom [5], actuando conforme os pedidos de mudança de canal, recebidos pelo CGI.

No âmbito geral do projecto, o sistema implementado apresentou os resultados esperados. Foi possível apresentar mensagens de várias fontes *Packet Radio*, inclusive mensagens da estação internacional *ISS* [6]. Muito do conteúdo recebido via *Packet Radio* diz respeito a *APRS*<sup>6</sup> [7].

**3º Trabalho** - Daniel Ferreira e André Matos

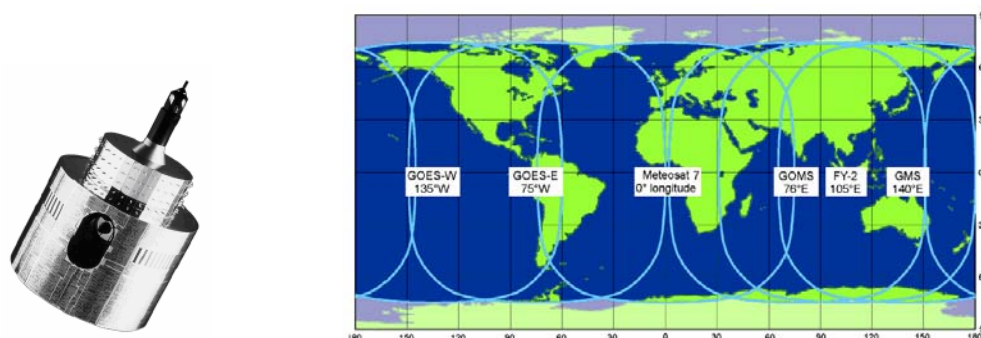
### **“Sistema de Recepção de Imagens do Satélite METEOSAT”**

O MeteoSat-7 é um satélite meteorológico muito utilizado para cobrir a zona da Europa. Construído pela ESA e gerido pela Eumetsat, encontra-se operacional desde Junho de 1998. É um satélite geostacionário, a uma altitude de cerca de 36000 Km que relativamente à estação do NRISL se posiciona num azimuth de 172.5°W e uma elevação de 45.2°. Existem outros satélites



<sup>6</sup> Automatic Position Reporting System

da família do Meteosat, [8] que fazem a cobertura das restantes zonas do globo, como se pode observar na figura 3.



**Figura 3. Satélite MeteoSat-7 e localização de outros satélites de meteorologia**

O principal serviço oferecido pelo MeteoSat-7 é a captação e transmissão de imagens de meteorologia, a qualquer hora do dia. As imagens são obtidas em três bandas espectrais: - visível, absorção de vapor de água e infra-vermelho. O satélite tem dois canais dedicados à transmissão, em 1691MHz (canal A1) e 1694.5MHz (canal A2), sendo utilizadas duas formas de transmissão: - analógica (WEFAX<sup>7</sup>) no canal A1, e digital (HRI<sup>8</sup>) no canal A2. A emissão a partir do satélite é feita com uma polarização linear e com modulação de frequência. A largura de banda do canal e a potência de emissão encontram-se na tabela 1.

Características de emissão do satélite	Canal 1
Frequência da Portadora	1691 MHz
Largura de banda do sinal WEFAX	26 KHz
EIRP para o pior caso de estações com 5° elevação	20,5 dBW

**Tabela 1. Características de emissão do satélite no canal A1**

O sistema de recepção que se apresenta neste artigo foi pensado para obter imagens WEFAX através do canal A1. Na emissão das imagens WEFAX, o campo de visão do satélite é subdividido em nove quadrículas, demorando cada uma 3.5 min a ser transmitida, com uma retransmissão a cada 30 minutos.

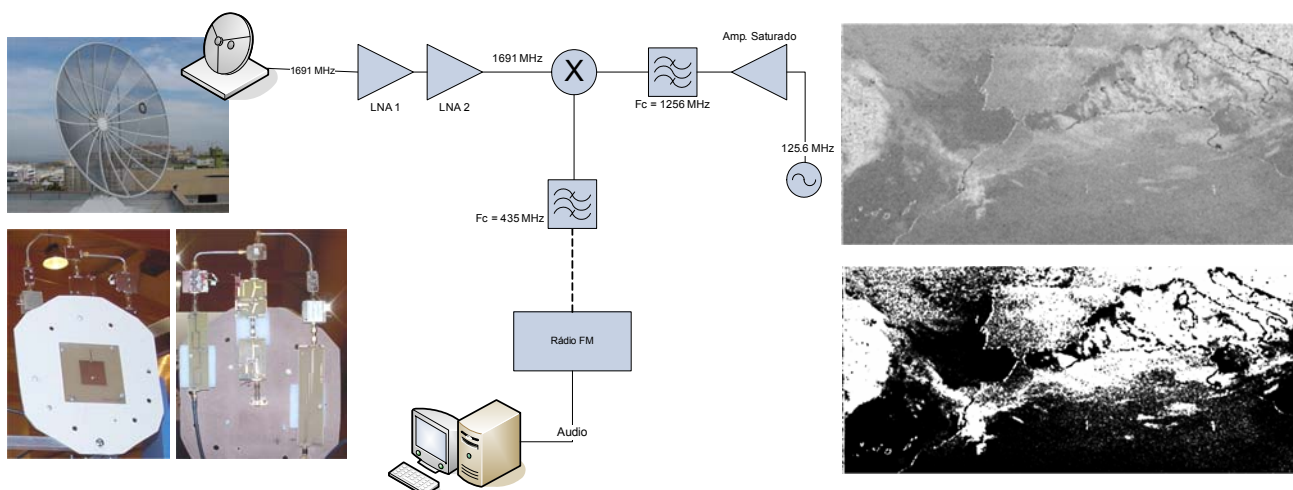
O sinal é recebido do satélite em 1691 MHz, com um reflector parabólica de 3.8 metros de diâmetro, tendo no seu foco uma antena impressa do tipo *microstrip* - figura 4, com alimentação coaxial. O sinal passa em primeiro lugar por dois LNA's, utilizando-se depois um misturador, para fazer a conversão de frequência para 435MHz, que é a frequência central numa banda de amador. A frequência de oscilação local é obtida a partir dum sintetizador de elevada estabilidade térmica e mínimo ruído de fase.

Com um equipamento rádio que opera na banda dos 435MHz faz-se a desmodulação FM e o sinal de áudio resultante é aplicado a uma placa de som num computador. A obtenção da imagem de meteorologia é feita com um software dedicado - WXSat.

<sup>7</sup> WEFAX – Weather Facsimile Reception

<sup>8</sup> High Resolution Image





**Figura 4. Esquema do sistema implementado.**

Cálculos efectuados mostraram que o sinal entregue ao rádio terá uma potência de -119 dBm, para uma sensibilidade do rádio de -110 dBm. As imagens recebidas contêm por isso algum ruído sendo necessário melhorar o ganho de recepção. Um pequeno processamento da imagem permite no entanto identificar as zonas de maior e menor nebulosidade, como se mostra ainda na figura 4.

### III. Conclusões

Ficou claro com a apresentação dos três trabalhos anteriores, realizados por alunos da LESTE, que a estação de radiocomunicações do NRISSEL pode disponibilizar meios para a realização de muitas experiências. Ficou igualmente clara a multidisciplinaridade e interdisciplinaridade dessas experiências, sendo simples e possível definir novos trabalhos tanto nas áreas da electrónica e controlo, como da programação e do processamento de sinal. Como todos os sistemas desenvolvidos ficaram em pleno funcionamento, a estação cresceu e passou a disponibilizar novos meios para a realização desses novos trabalhos. Simultaneamente as visitas de estudo tornar-se-ão mais interessantes e completas já que os alunos contactam com um maior número de sistemas reais, fenómenos reais e problemas reais.

Ao ficar demonstrada a importância da estação, enquanto espaço laboratorial, cumpre-se um objectivo inicial: - manter um espaço que permita actividades simultaneamente científicas, técnicas e pedagógicas sendo também, cada vez mais, um espaço de ciência viva.

### Referências

- [1] <http://www.amsat.org/amsat-new/index.php>
- [2] <http://www.noaa.gov/>
- [3] <http://www.ludd.luth.se/~blomman/ax25doc.html>
- [4] <http://www.elcom.gr/sv2agw/agwpe.htm>
- [5] <http://www.icomamerica.com/receivers/pc/icpcr1000main.html>
- [6] <http://issfanclub.com>
- [7] <http://aprs.net>
- [8] <http://www.eumetsat.int>