



**5.º Congresso do Comité Português da URSI**

*"Deteção e medição de sinais rádio no futuro das radiocomunicações"*

# **Novos Desafios à Monitorização e Controlo do Espectro** *na Perspetiva dos Sistemas de Medida*

**José Pedro Borrego** ICP-ANACOM, IT/UA

**Sérgio Antunes** ICP-ANACOM

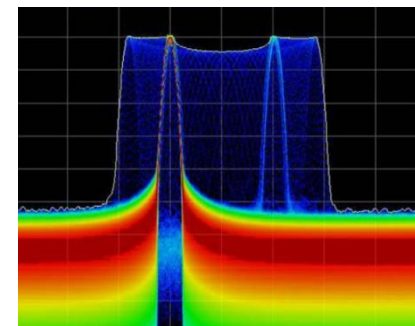
**Octavian Postolache** IT/IST

**Nuno Borges Carvalho** IT/UA

**José Neto Vieira** IEETA/UA

# ÍNDICE

- **Introdução**
- **Sistemas de Medida tradicionalmente usados na MCE**
- **Desafios do Presente:**
  - Integração de Sistemas de MCE
    - **PMI**
    - **Estações Remotas de “2.<sup>a</sup> Geração”**
- **Desafios Futuros:**
  - Flexibilidade e Neutralidade Tecnológica
    - **Máscaras Espectrais “genéricas” (BEM)**
  - Verificação (medida) da conformidade dos sistemas de utilização do espectro, com base em máscaras espectrais
  - Monitorização de sinais variantes no tempo
    - Ferramentas de Processamento de Sinal para **Análise conjunta: tempo-frequência**
- **Comentários Finais**





# 1. Introdução

## *Monitorização e Controlo do Espectro*



**Planeamento do Espectro**



**Licenciamento**



**Monitorização e Controlo do Espectro**

**Gestão do Espectro**

• Garantir uma utilização efetiva e eficiente das frequências

• Evitar a existência de interferências nocivas/prejudiciais  
• Prevenir a utilização ilegal de frequências

• Obedecer a critérios objetivos, transparentes, não discriminatórios e de proporcionalidade  
• *fomentar condições de concorrência efetiva nos mercados relevantes*

# Monitorização e Controlo do Espectro

## Fiscalização do Espectro

Preventiva



Reativa



Deteção e eliminação de **utilizações do espectro não autorizadas**

**Planos** de Monitorização e **Rotinas**

**Vistorias** a redes e estações

**Análise e resolução de interferências**

**Estudos** (cobertura, ocupação espectral, QoS, ...)

Avaliação da **exposição da população a radiações electromagnéticas**

Sistemas de Medida

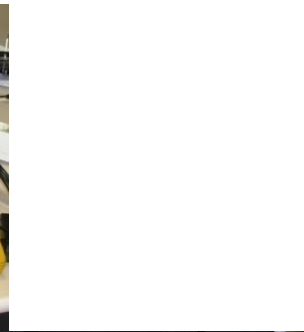


# Centros de Monitorização e Controlo do Espectro (CMCE)





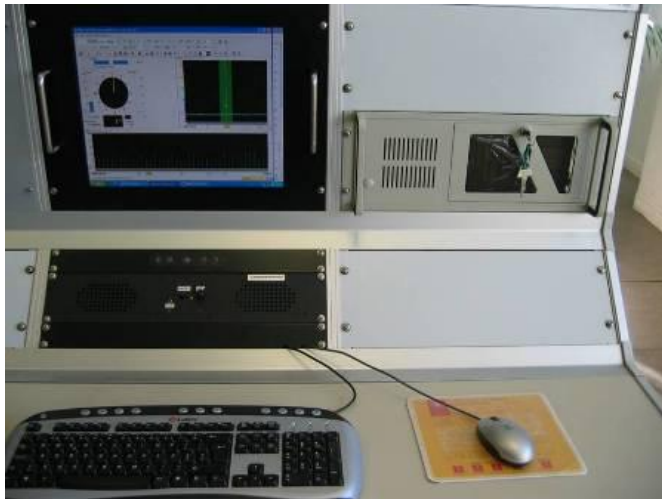
## 2. Sistemas de Medida tradicionalmente usados na MCE





# Meios Fixos

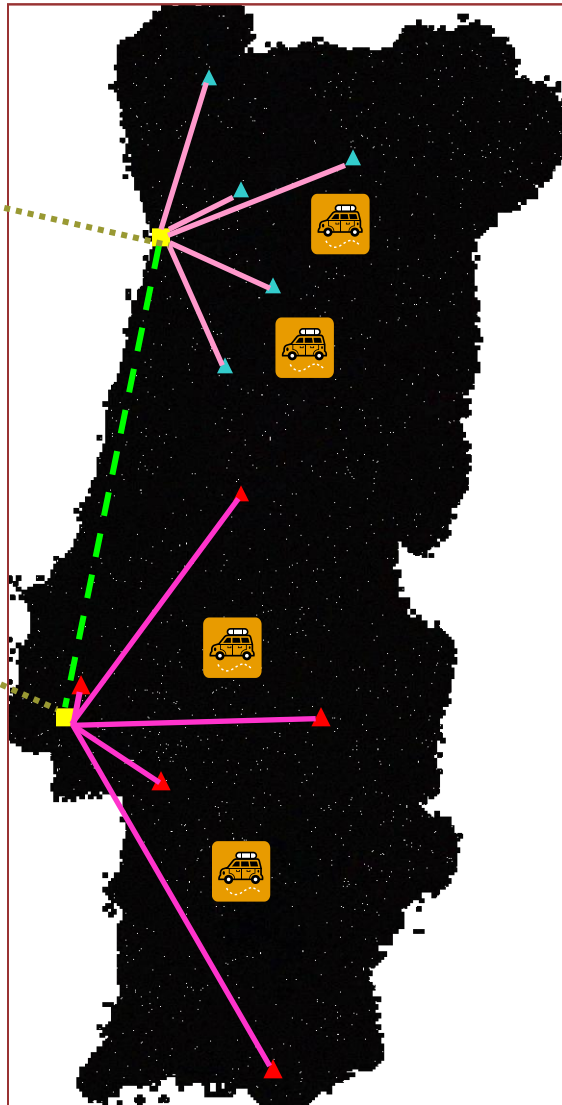
## Radiogoniometria HF





Porto

Barcarena



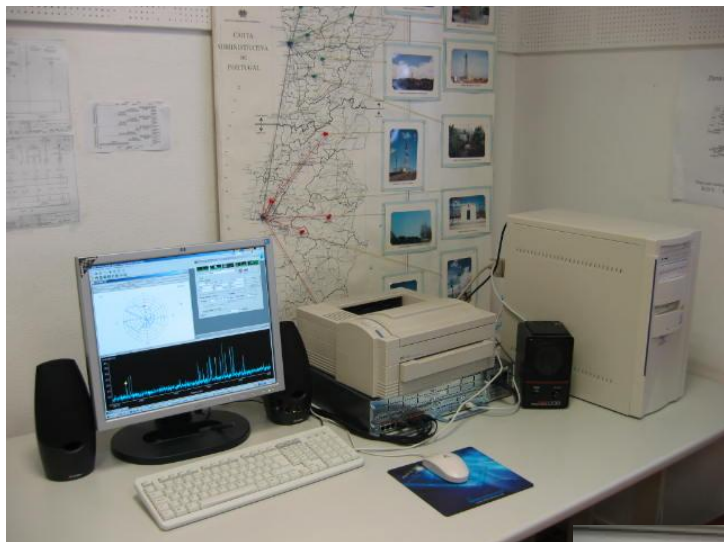
## SISTEMA NACIONAL DE CONTROLO REMOTO DO ESPECTRO RADIOELÉTRICO

### Legenda:

 *Centros de Monitorização e Controlo do Espectro*

 *Estações Romotas*

 *Estações Móveis*



Centro de Controlo  
SINCRER

Posição Automática  
Barcarena



Estação Remota  
SINCRER

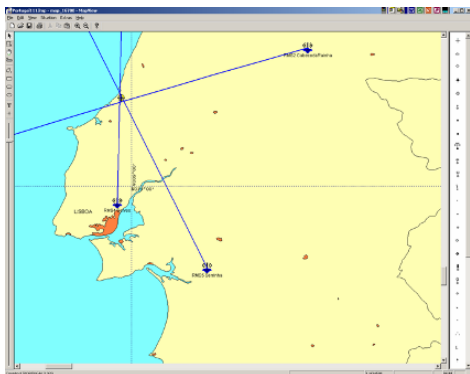




## Estações Fixas

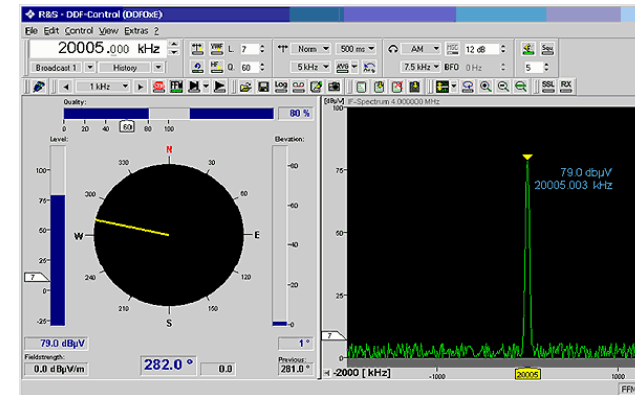
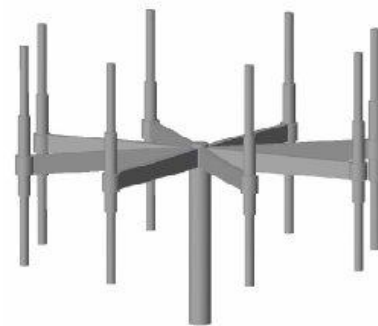
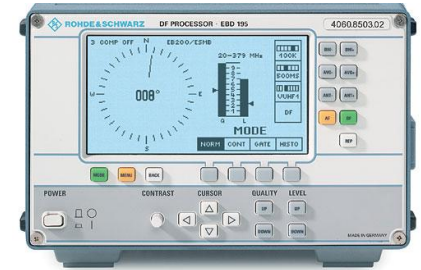
Faixa de Frequências coberta: **9 kHz a 2.7 GHz**

- Medição de parâmetros técnicos (LB, desvio de modulação de frequência, MPX, RDS, desvio de frequência, etc.)
- Registo automático de ocupação do espectro
- Análise espectral
- Radiogoniometria (indicação de azimutes e triangulação)
- etc.

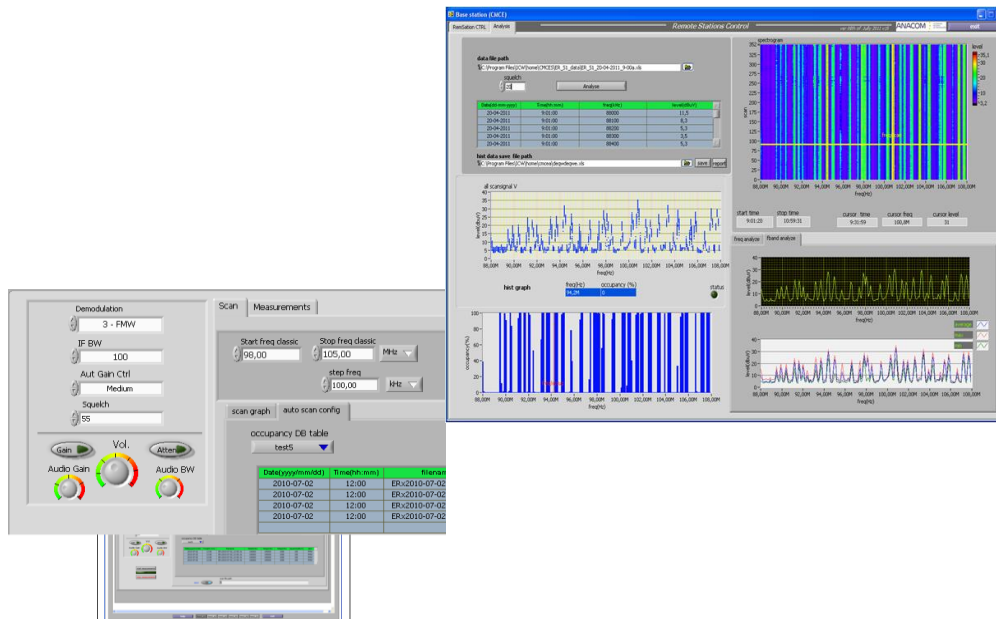


# Meios Móveis

## Radiogoniometria V/UHF

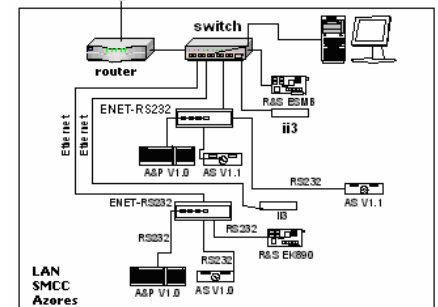
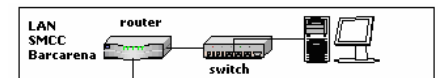
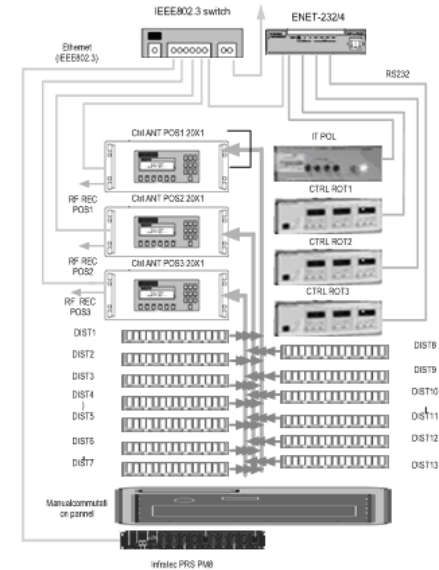
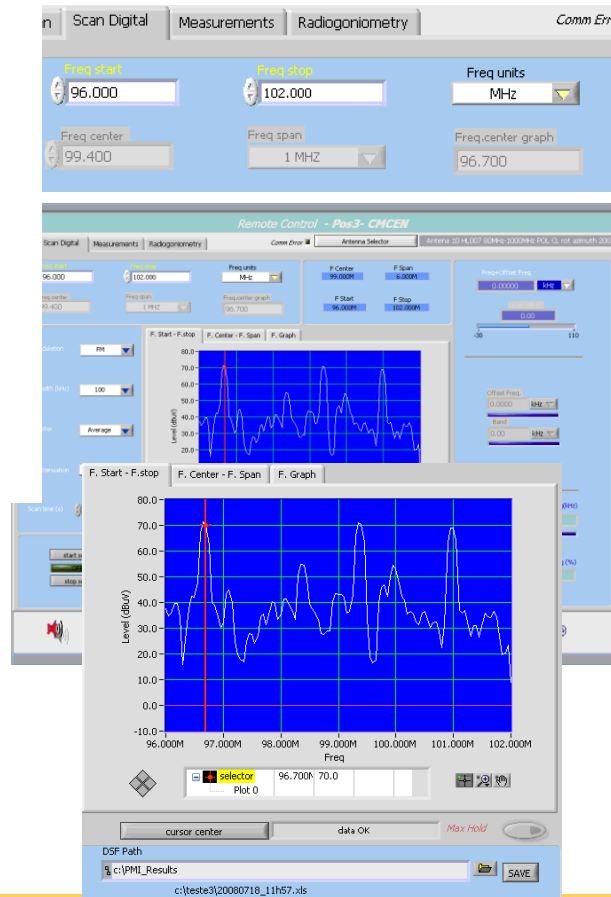
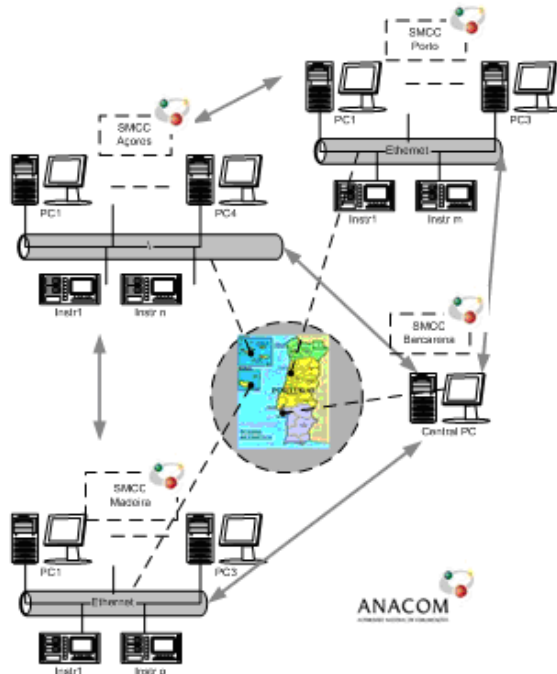






### 3. Desafios do Presente

#### *Integração de Sistemas de MCE*

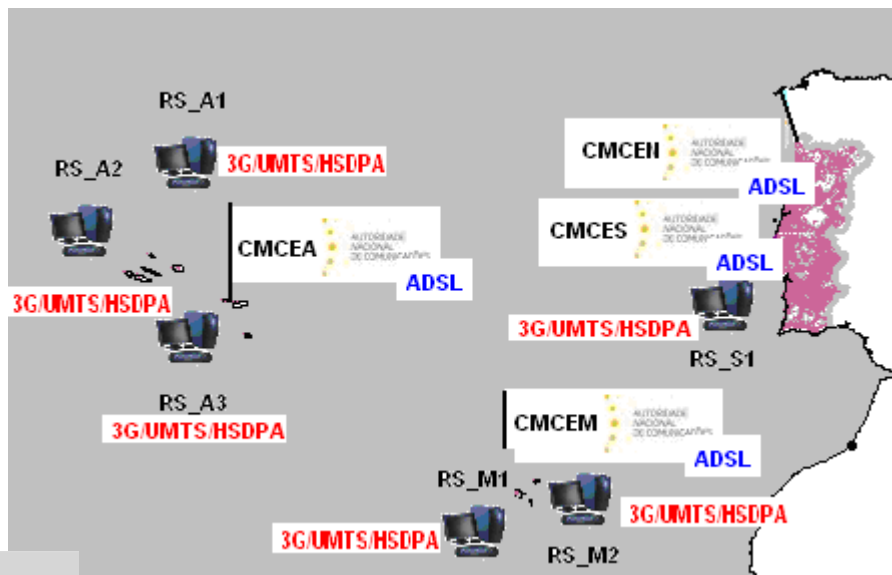


instituto de telecomunicações





# Estações Remotas "2.ª Geração"



# Estações Remotas “2.ª Geração”

WinRadio control interface showing demodulation settings (3 - FMW), IF BW (100), and scan parameters (Start/Stop freq classic, level 11,20). Includes a scan graph and a scan file path.

scan file path: C:\PMI\_results\CMCES\ER\_S1\_08-07-2011-18-56.xls

Remote Stations Control interface showing a data file path, a table of scan results, and a histogram of signal levels.

date(dd-mm-yyyy)	time(h:mm)	freq(kHz)	level(dBuv)
20-04-2011	9:03:00	88000	11,5
20-04-2011	9:03:00	88000	8,3
20-04-2011	9:03:00	88000	5,3
20-04-2011	9:03:00	88000	3,5
20-04-2011	9:03:00	88400	5,3

hist graph: freq(kHz) occupancy (%)

Remote Stations Control interface showing demodulation settings (3 - FMW), IF BW (100), and scan parameters (Start/Stop freq classic, level 11,20). Includes a scan graph and a scan file path.

scan file path: C:\PMI\_results\CMCES\ER\_S1\_08-07-2011-18-56.xls

Database management interface showing a table of scan results and a table of records.

date (dd-mm-yyyy)	time(h:mm)	Station	freq(kHz)	level(dBuv)	power(dBm)	band	level
08-07-2011	22:00	ER-08-07-2011_20-00.xls	89000	105000	100	5	FMW
08-07-2011	22:00	ER-08-07-2011_22-00.xls	105000	105000	100	5	FMW



## 4. Desafios Futuros

# Modelos de Gestão do Espectro

## *Tradicionais e Futuros*

*No passado,*

### **Atribuição de Espectro:**

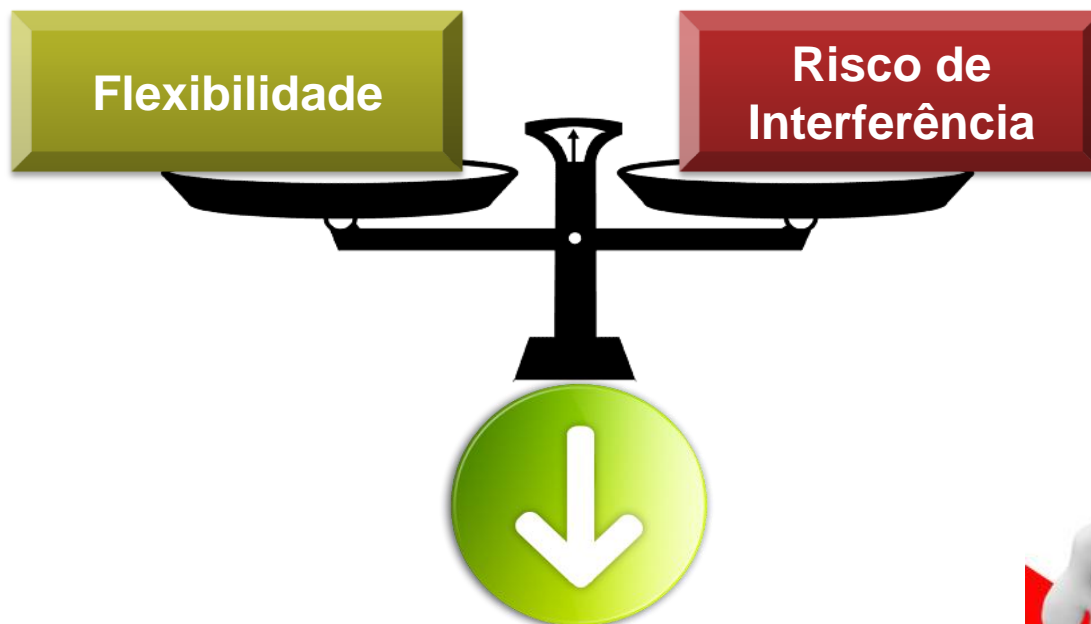
- Orientada para um determinado serviço de radiocomunicações;
- Fortemente condicionada pela tecnologia associada à disponibilização desse serviço;
- As faixas de frequências eram pré-determinadas para serviços específicos;
- Os parâmetros técnicos relevantes eram bem conhecidos de antemão;  
*(LB, modulação, potência de emissão: PAR, PIRE, etc.)*
- Boa previsibilidade do desempenho e comportamento dos sistemas rádio (co-canal e canais adjacentes);

*No futuro,*

*Na perspetiva dos Organismos Europeus responsáveis pelas Políticas do Espectro:*

- A maximização da eficiência técnica é “inimiga” da maximização económica;
- Indicadores e estudos ⇒
  - Sugerem a introdução de regras regulatórias mais flexíveis e liberais;
  - Identificam ganhos potenciais associados à flexibilidade na atribuição de espectro;
  - Sinergias: **Comércio Secundário de Espectro** e a sua **liberalização**.

**Maximização da Eficiência Técnica**

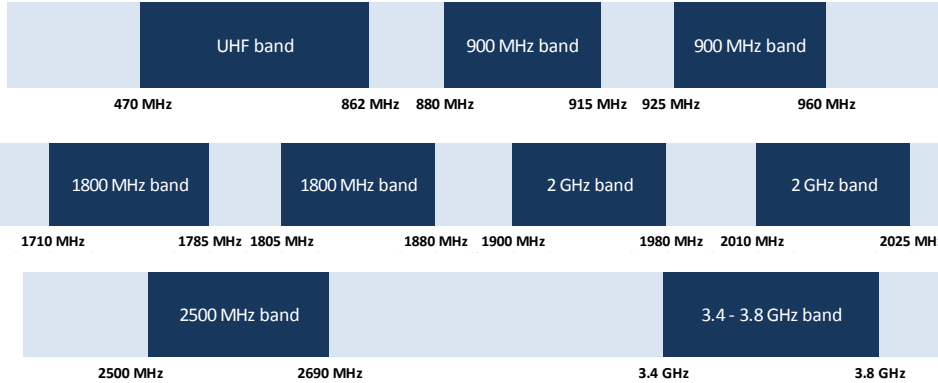


**A Eficiência Económica só será alcançada se o Espectro for usado de forma a entregar o seu máximo valor à sociedade.**



# BEM (Block Edge Mask)

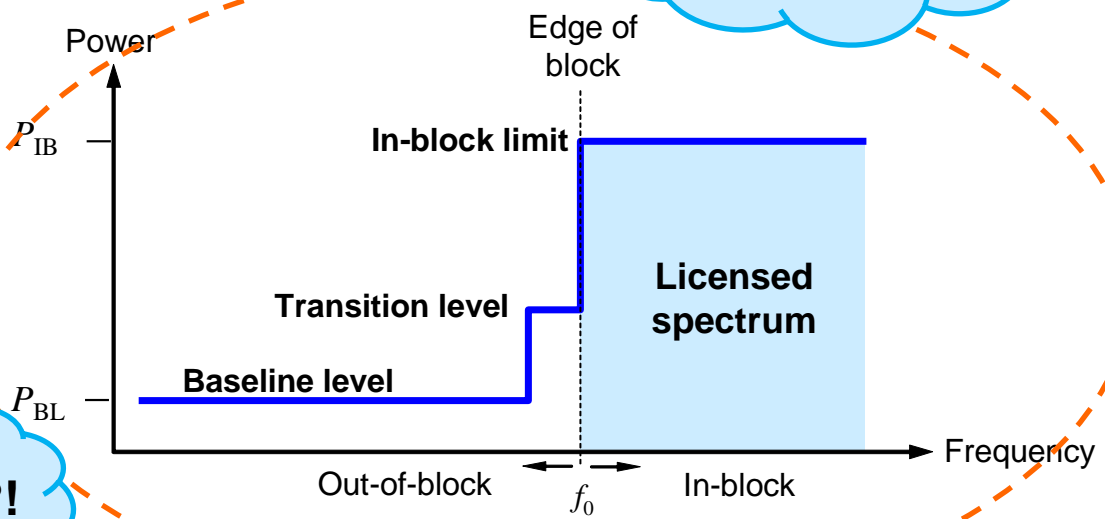
Faixas escolhidas para a introdução de Flexibilidade



Especificações técnicas "genéricas" restritivas

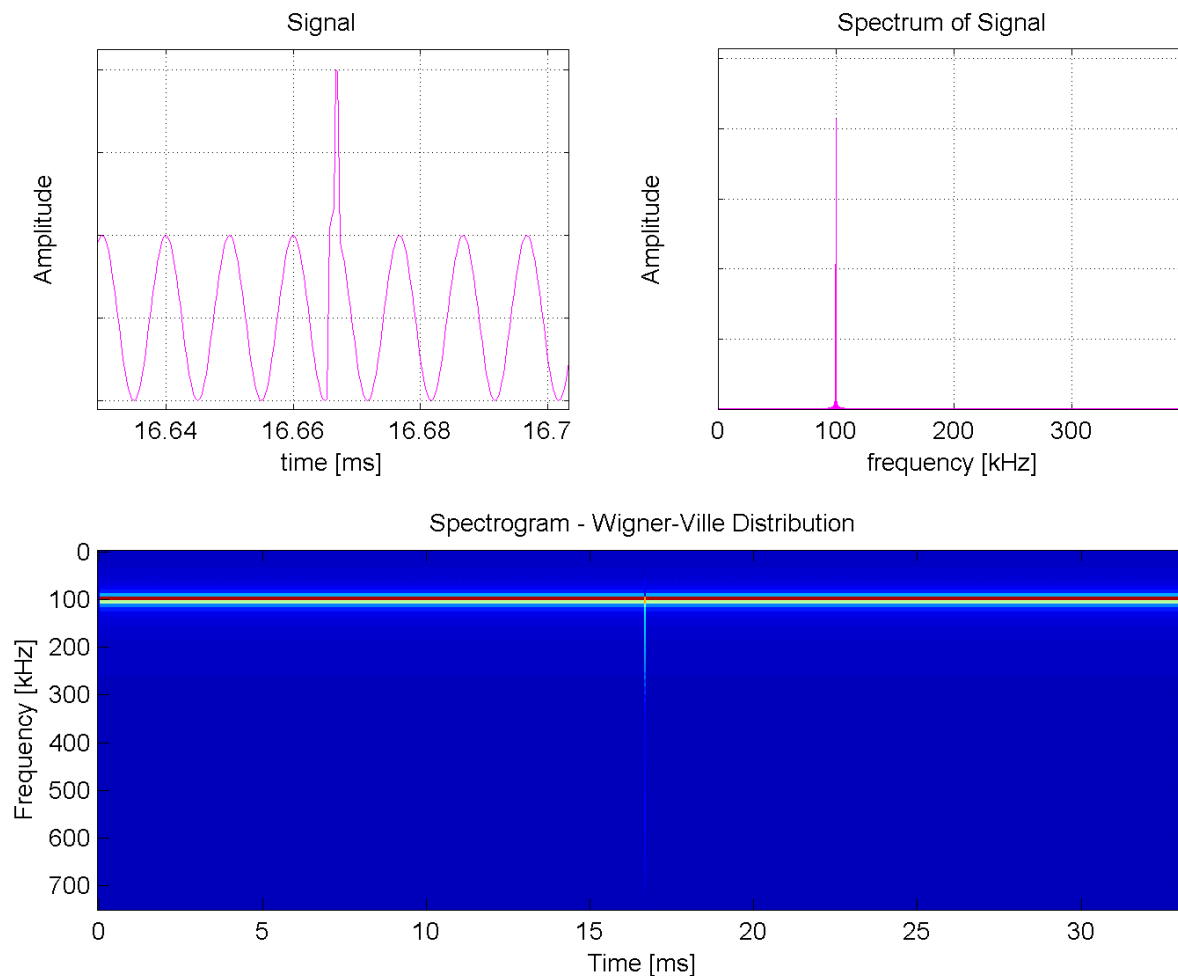
Só espectro ?!

Como medir ?



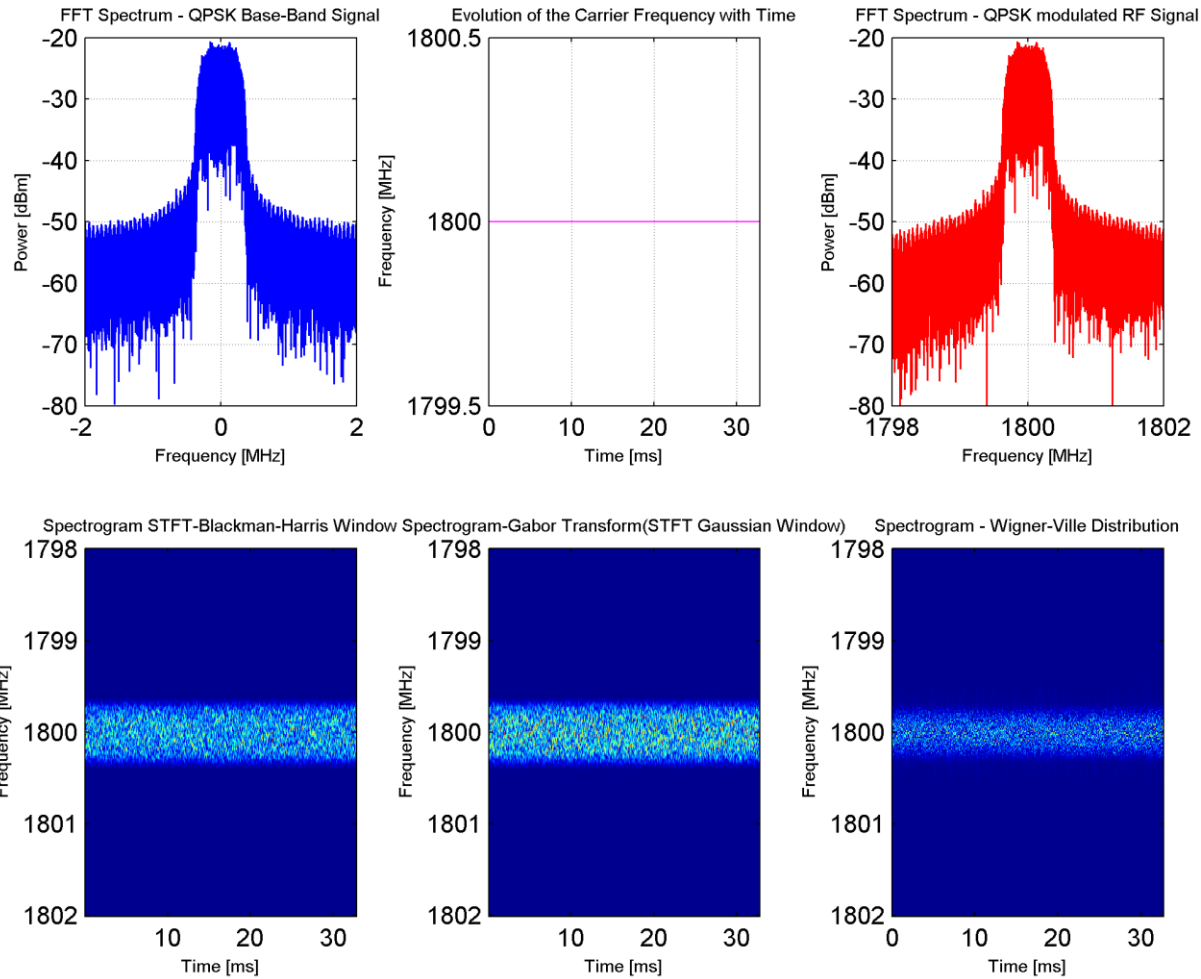
# Sinusoide “pura” de 100 kHz, corrompida a meio por um “pico” de tensão

Quando os Analisadores de Espectro convencionais falham...

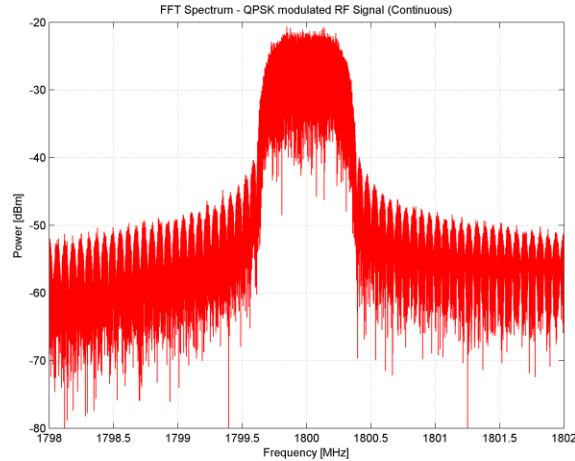




# QPSK transmitido continuamente “estado estacionário”

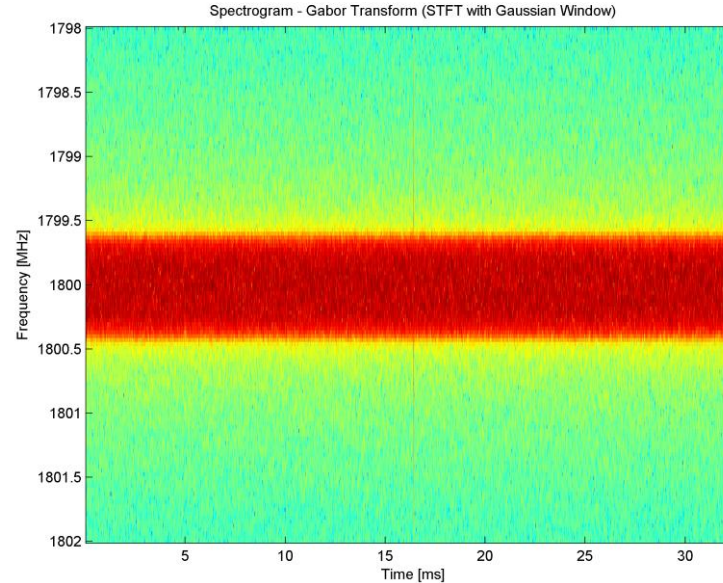
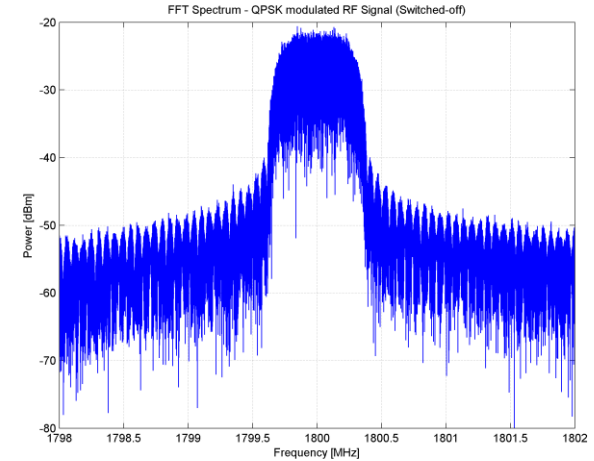


# QPSK “desligado” instantaneamente a meio sua da transmissão



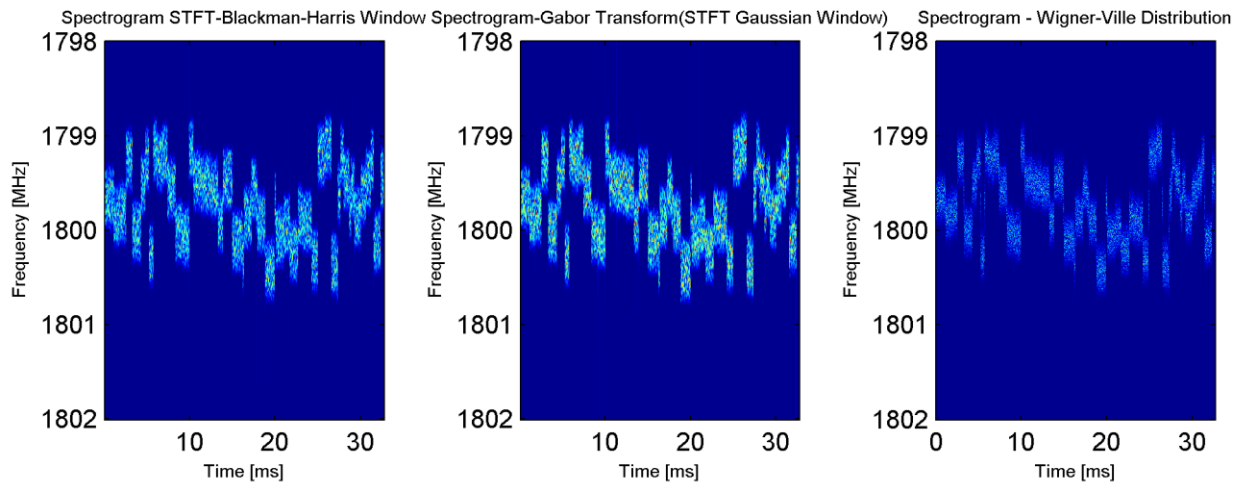
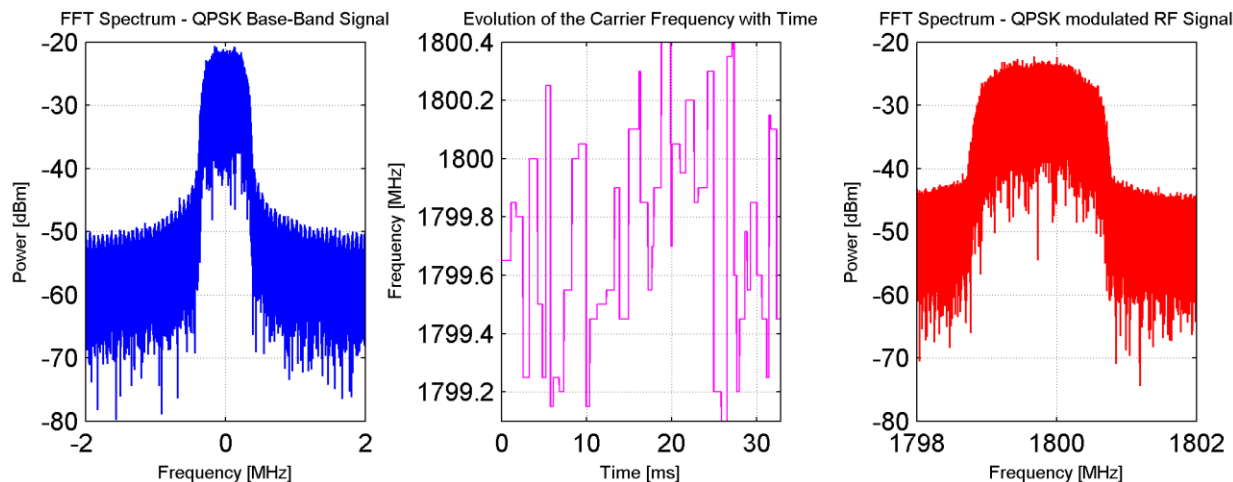
Duração do sinal QPSK transmitido: **32.384 ms**

*Interrompido após 16.384 ms (a meio), durante um curto lapso de 20.25  $\mu$ s*



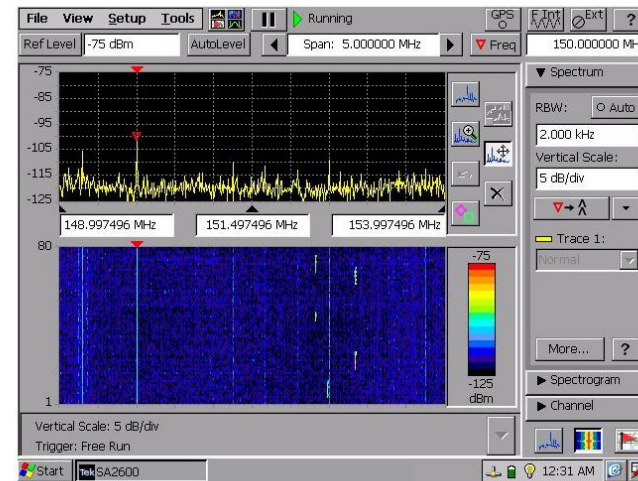
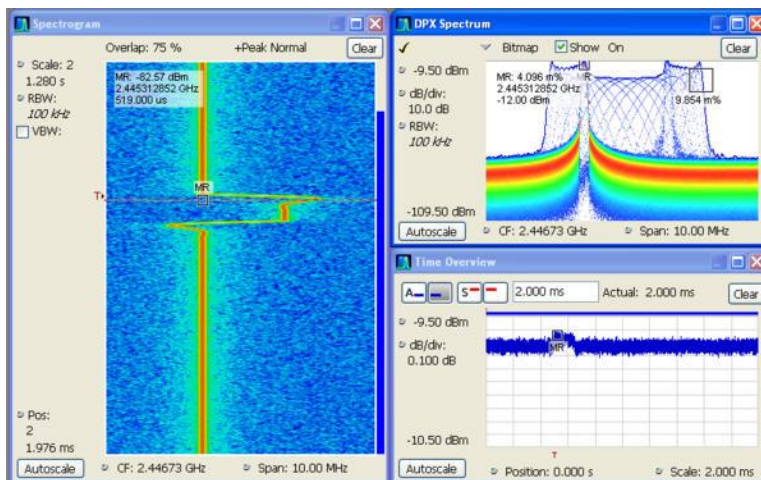
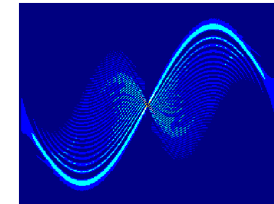
# QPSK a “saltar na frequência”

*mimetizando um “cognitive radio” em busca de “white spaces”*

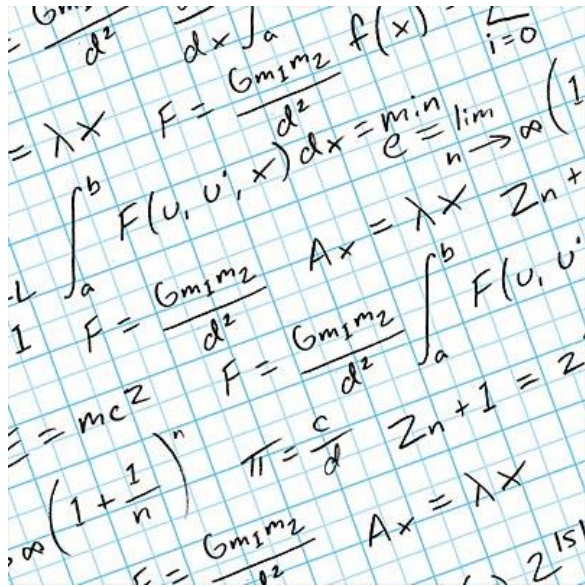


## Analísadores de Espectro de Tempo Real (RTSA)

- Representação conjunta Tempo-Frequência
  - *Avaliação de sinais de RF transitórios*
- Espectrograma



fonte: tektronix



## 5. Comentários Finais

- Perspetiva Evolutiva dos Sistemas de Medida
- Desafios do Presente:
  - Integração de Sistemas de Monitorização do Espectro
  - PMI – Projeto de Monitorização Integrada
  - Estações Remotas de 2.<sup>a</sup> Geração
- Desafios Futuros:
  - Medir BEM's
  - Adoção de Ferramentas adequadas para análise de sinais nos domínios agregados: tempo-frequência
  - Metodologias de validação das características das emissões em cenários de utilização do espectro flexíveis e tecnologicamente neutros



FIM

ANACOM



**Obrigado!**

jose.borrego@anacom.pt

ANACOM



AUTORIDADE  
NACIONAL  
DE COMUNICAÇÕES