The Importance of Radio Metrology for Health Impact Evaluation

Nuno Borges Carvalho
nbcarvalho@ua.pt
www.av.it.pt/nbcarvalho
Universidade de Aveiro

INSTITUIÇÕES ASSOCIADAS:

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

universidade de aveiro

PT Inovação

SIEMENS Communications

© 2005, it - instituto de telecomunicações. Todos os direitos reservados.

instituto de telecomunicações

creating and sharing knowledge for telecommunications

Sumário

1. Enquadramento

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

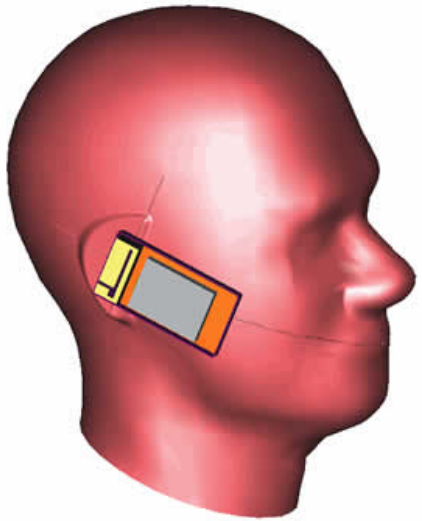
3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

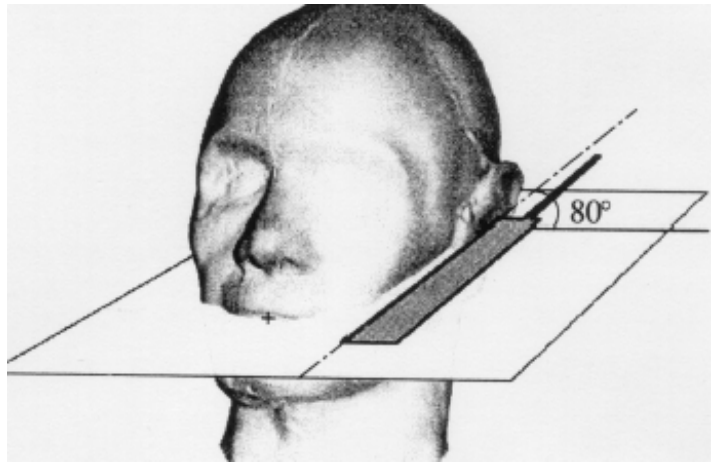
4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

5. Conclusões

1. Enquadramento

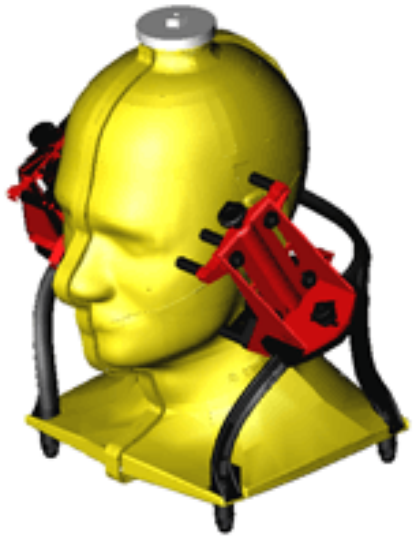
A medida de potência de RF é fundamental para se poderem associar efeitos na saúde a valores correctos de medição de potência.





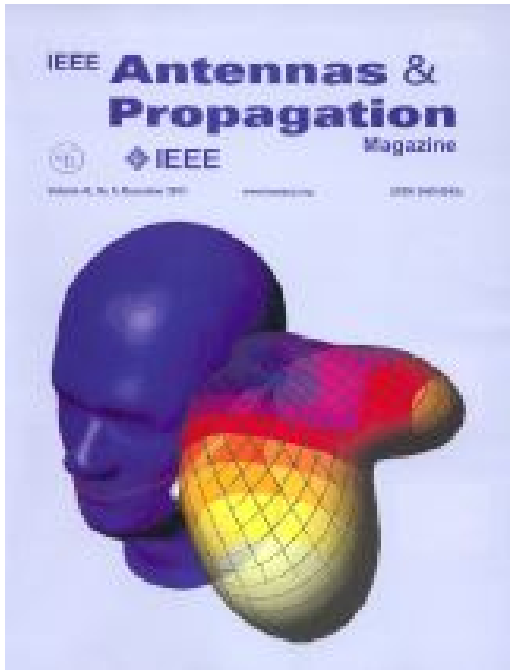
1. Enquadramento

A medida de potência é importante por exemplo na análise da radiação absorvida pelo corpo humano.



1. Enquadramento

Utilizando medidas de potência adequadas será possível inferir por simulação qual o campo radiante por exemplo cabeça humana…



1. Enquadramento

A medida de Potência é de igual forma importante na medida de EMF em campos abertos, por exemplo para inferir qual a potência emitida pelas estações base.

1. Enquadramento

Estas medidas de potência permitem definir quais os valores máximos de SAR admissíveis depois de devidamente testados normalmente em animais.

SAR W\Kg

Peak W\Kg	GSM	DCS	UMTS
Pico SAR	4.5	6.5	7.0
SAR cubo 1g	5.9	13	17
SAR cubo 10g	3.2	7.5	8.3
SAR cubo 10g contíguos	3.5	8.4	8.8

- ***E(V\m), H(A\m), SAR (W\m$^{2)}$***

400-2000MHZ	*E(V\m)*	*H(A\m)*	*SAR_(W\m2)*
HABITANTES	sqrt(3f)	sqrt(0.008f)	f\40
Público em geral	sqrt(1.375f))	sqrt(0.0037f)	f\200
ex 900MHz habitantes	*51,96*	*2,68*	*22,50*
ex 900MHz público	*35,18*	*0,58*	*4,50*

Sumário

1. Enquadramento

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

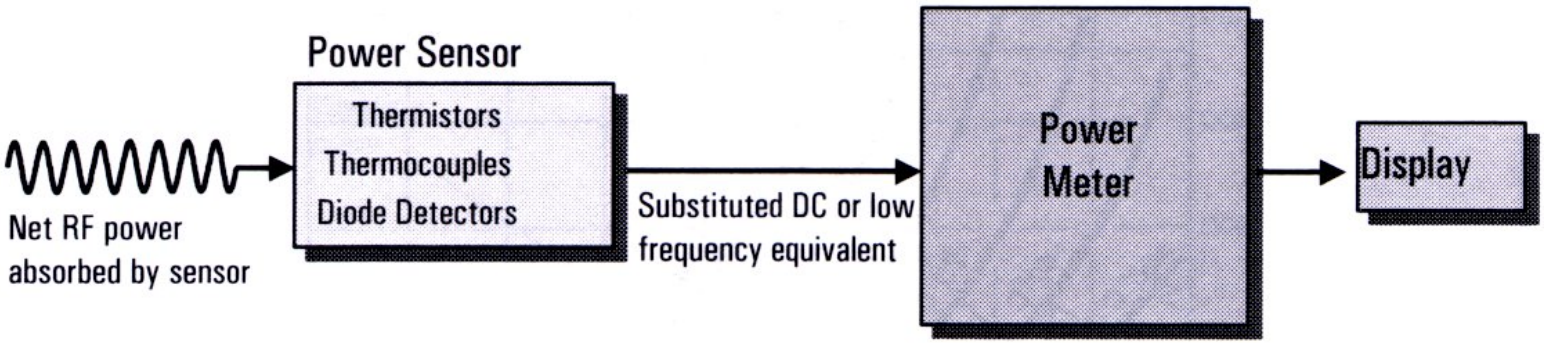
5. Conclusões

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

A potência é dada por:

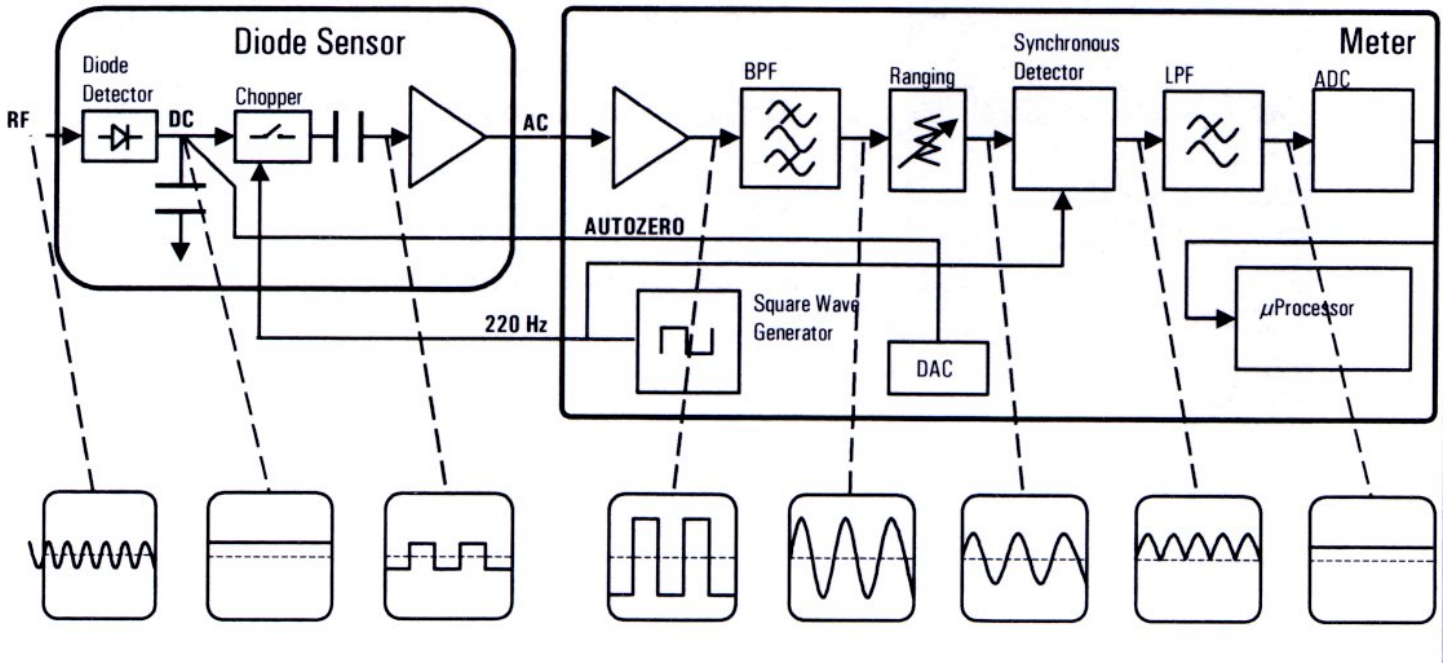
$$p(t) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} v(t)^2 \, dt$$

A potência pode assim ser considerada em média num período ou como um valor instantâneo numa janela temporal do sistema em análise.



2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

A medida de potência baseia-se fundamentalmente no sensor de potência.



Sumário

1. Enquadramento

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

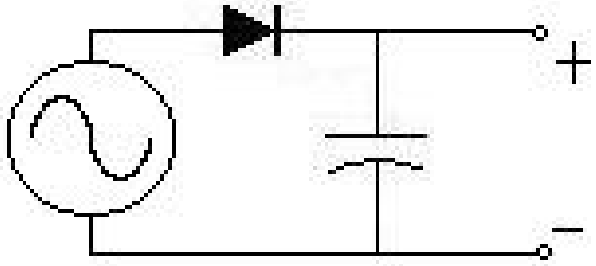
3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

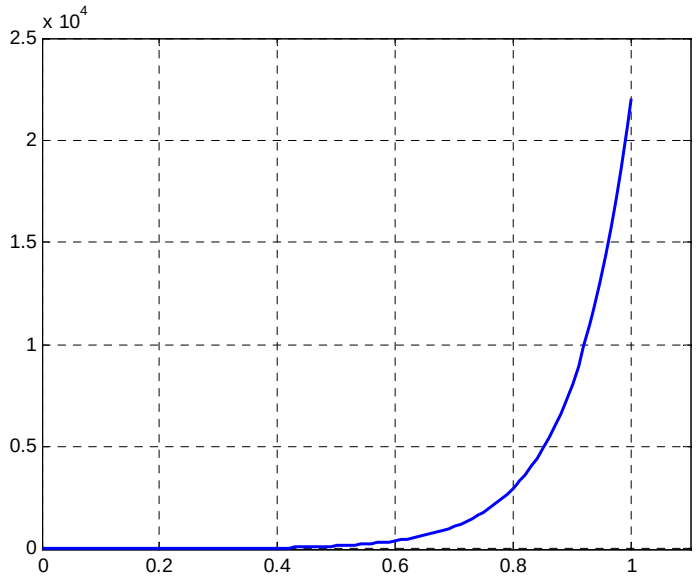
4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

5. Conclusões

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

Um detector a diodos pode ser representado por :



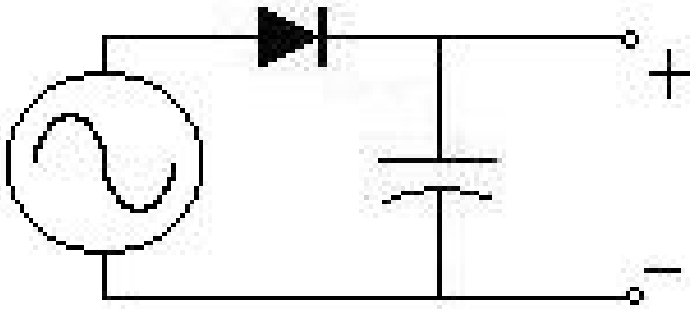


A corrente de saída pode ser assim dada por:

$$y(t) = I_s\left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1\right) \approx k_1 v(t) + k_2 v(t)^2 + \cdots$$

$$y(t) \approx k_1 A\sin(\omega t) + k_2\left[A\sin(\omega t)\right]^2 = k_1 A\sin(\omega t) + k_2 \frac{A^2}{2}\left[\sin(2\omega t) + 1\right]$$

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potên

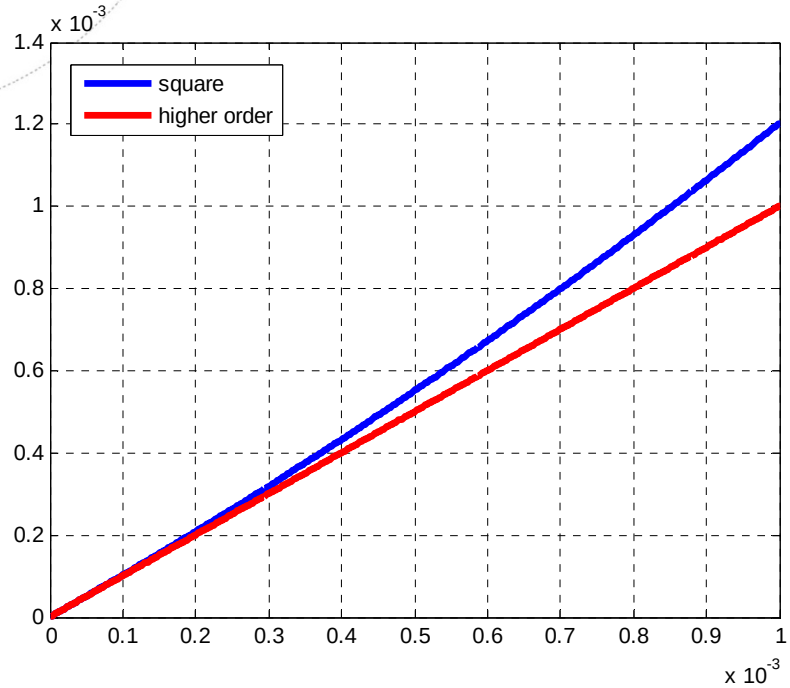


Depois de convenientemente filtrada a tensão DC proporcional à potência é

$$y_{DC}(t) \approx k_2 \frac{A^2}{2}$$

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

Na prática conforme o sinal de RF aumenta de potência, a curva de saída do diodo devia-se da característica quadrática, aumentando assim o valor do erro de medida de potência à saída do sistema.



Sumário

1. Enquadramento

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

5. Conclusões

4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

No caso de sinais modulados, o problema não linear é ainda mais complexo, pois o sinal de saída depois de filtrado consiste em:

$$v(t) = A_1 \sin(\omega_1 t) + A_2 \sin(\omega_2 t)$$

$$y(t) = k_2 \left[A_1^2 / 2 + A_2^2 / 2 + A_1 A_2 \sin\left[(\omega_2 - \omega_1) t \right] \right]$$

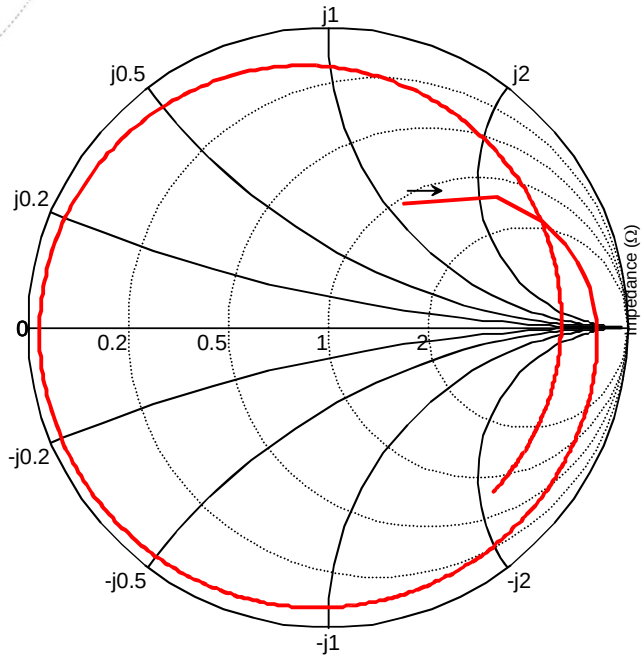
Pode-se observar neste caso um sinal DC proporcional à potência RF e um sinal de banda base que pode degradar e criar erros de ordem mais elevada devido ao sistema não linear.

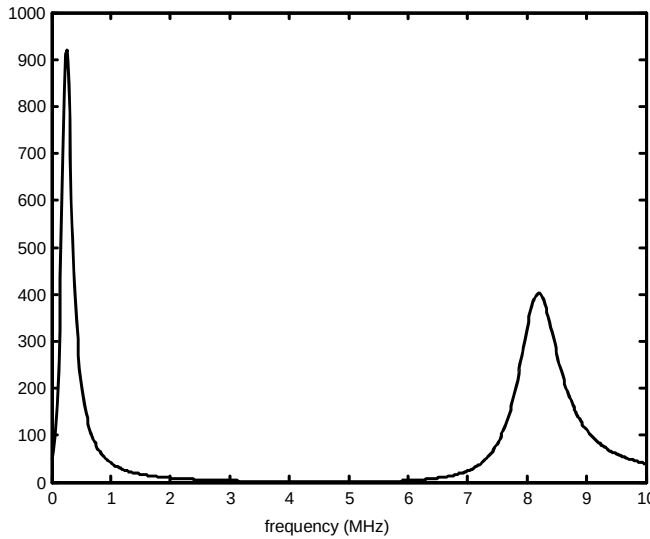
4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

A este efeito do sinal de banda base chama-se de fenómeno de memória.

$$T = \frac{1}{\omega_2 - \omega_1}$$

Na prática este sinal pode-se misturar na saída de acordo com a impedância à banda base e reflectir-se num erro de medida dc ou seja da potência.



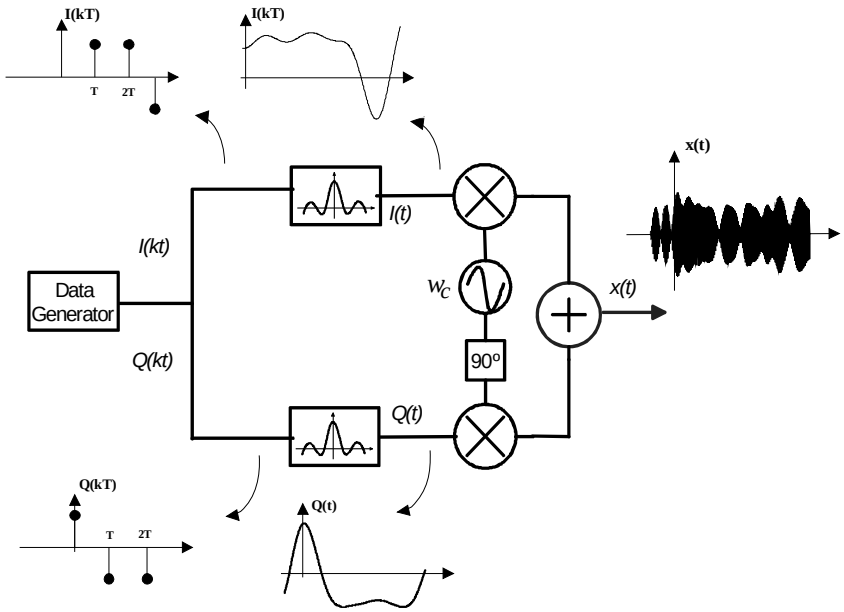


4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

Em sinais mais complexos, tipo CDMA, o sinal modulante pode ser descrito por:

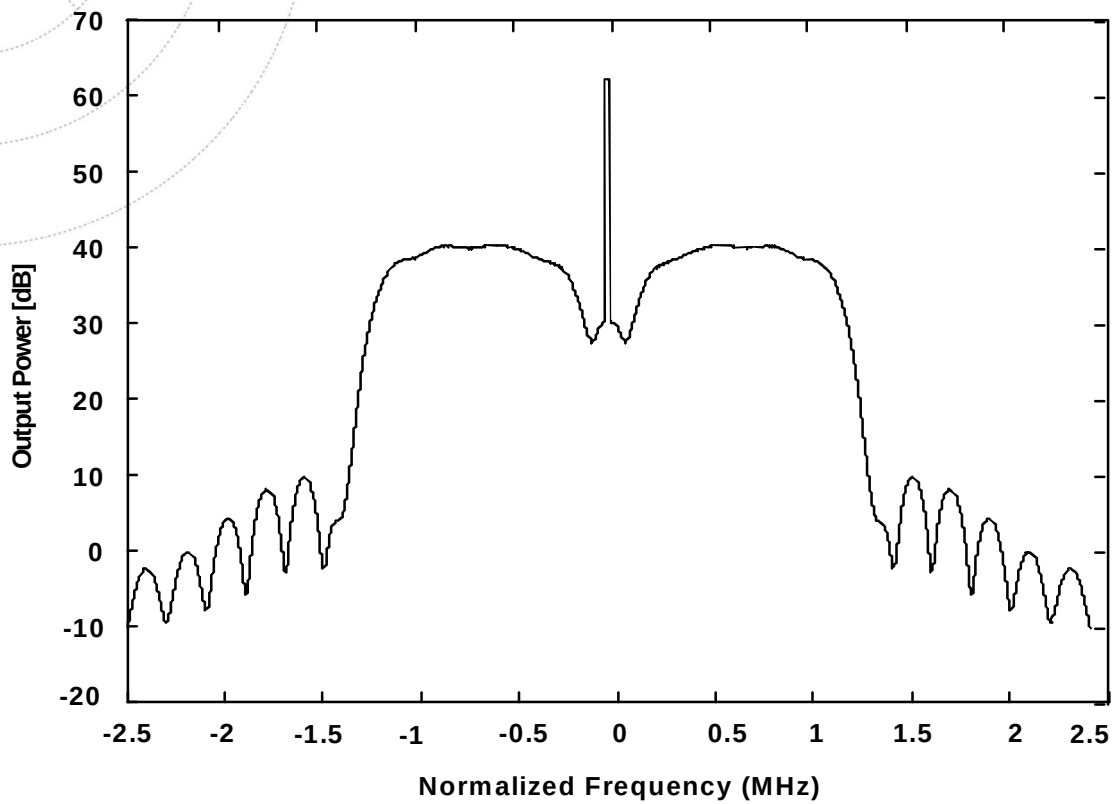
$$I(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} i_k \, h(Bt - k)$$

$$Q(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} q_k \, h\left(Bt - k + \frac{1}{2}\right)$$



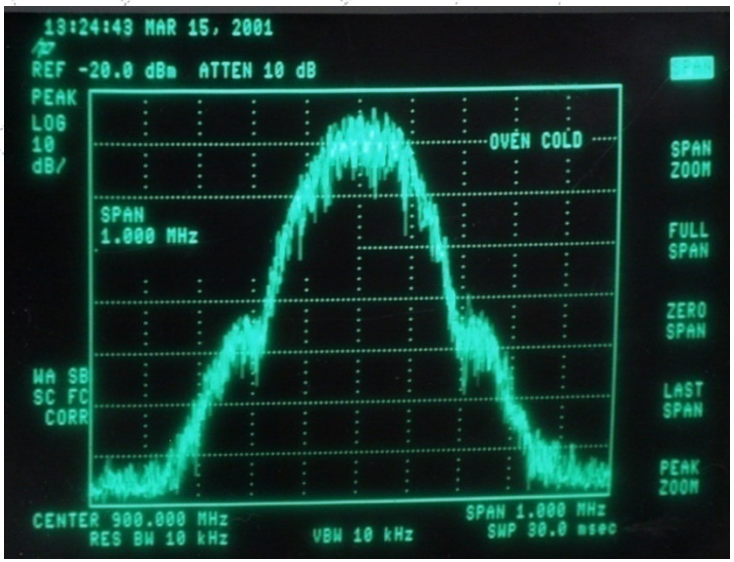
4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

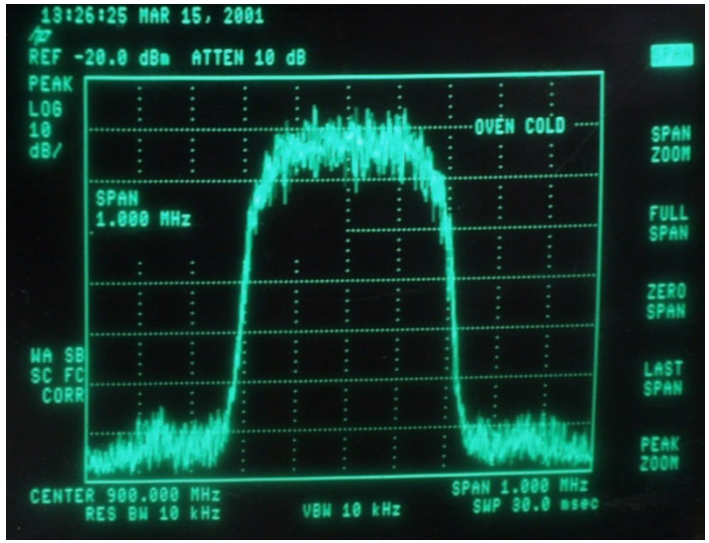
Estes sinais depois de passar por um elemento não linear quadrador apresentam à saída uma densidade de potência espectral de elevada largura de banda:

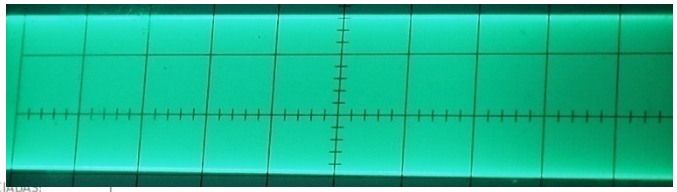


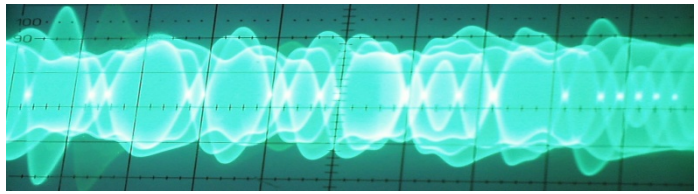
4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

Sinais GMS e UMTS são de facto bastante diferentes



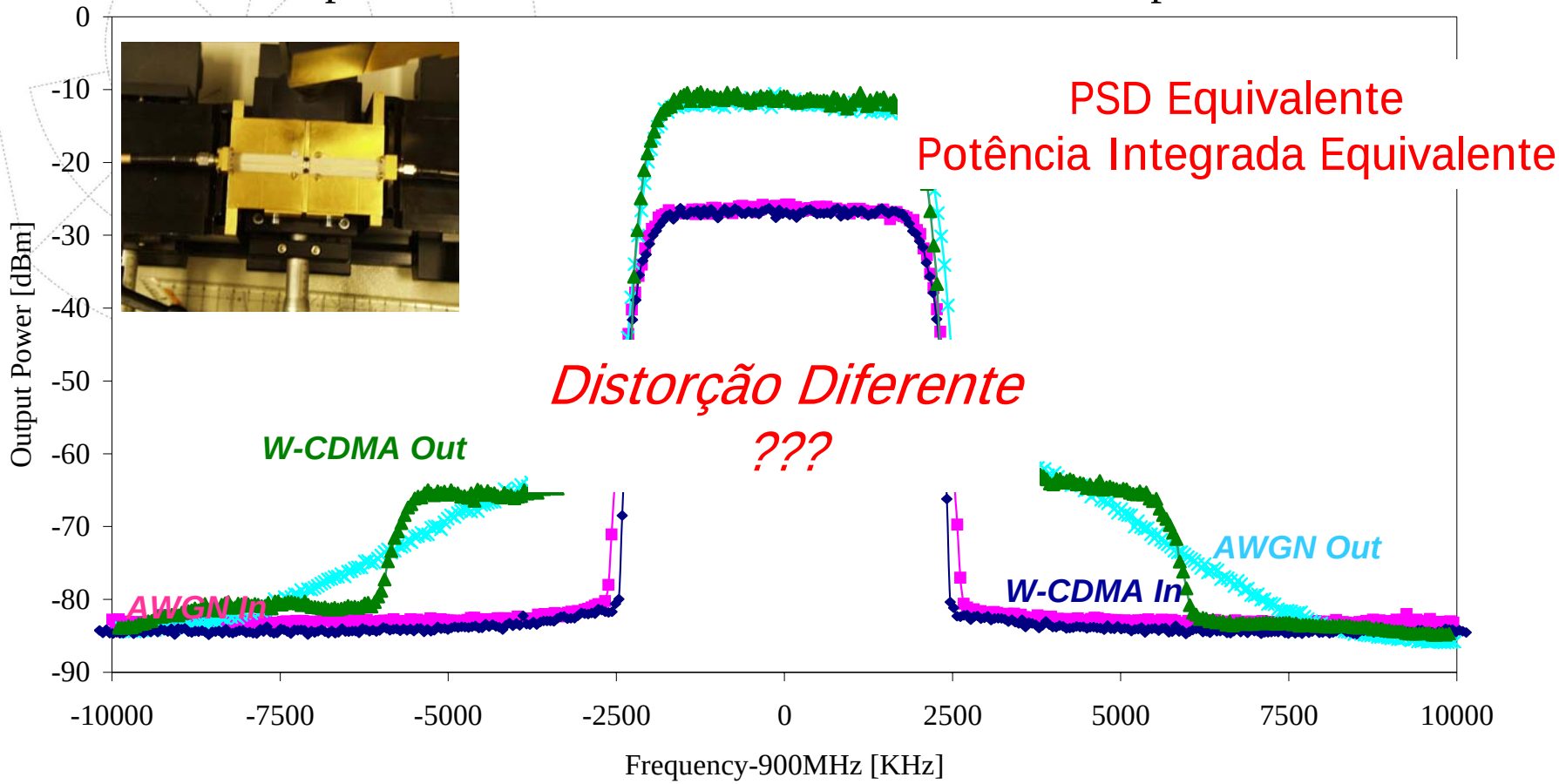






4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

Factores de mérito para sinais modulados são de facto muito importantes



Sumário

1. Enquadramento

2. Sistemas de Medida de Potência com Diodos

3. Impacto da Não Linearidade do Diodo na Medida de Potência

4. Problemas na Medição de Potência de Sinais Modulados

5. Conclusões

5. Conclusões

No caso de sinais RF de portadora simples o detector a diodos é uma mais valia e a correcção da potência é relativamente simples de realizar e não apresenta memória é um fenómeno estático.

No caso de sinais modulados a utilização destes sistemas de medida implicam um cuidado no desenho dos circuitos mais complexo.