

# CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL DE CIRCUITOS EM MICROFITA UTILIZANDO DETECTORES DE MICROONDAS

Alfrêdo Gomes Neto, Alexandre Scaico,  
Joabson Nogueira de Carvalho e Jefferson da Costa e Silva  
Escola Técnica Federal da Paraíba - ETEFPB  
Grupo de Telecomunicações e Eletromagnetismo Aplicado - GTEMA  
Av. 1º de Maio, 720, João Pessoa, PB, CEP: 58.015-430  
e-mail: alfredo@jpa.etfpb.br

## Resumo

*Neste trabalho é apresentada a caracterização experimental de circuitos em microfita através da utilização de detectores de microondas no lugar dos usuais medidores de potência. Essa simples substituição pode tornar o processo de medição mais simples e barato. Para exemplificar a substituição proposta, resultados experimentais são apresentados e, quando comparados aos resultados numéricos, uma boa concordância é observada. O preço e a estabilidade dos detectores são algumas das vantagens dessa substituição.*

## 1 - Introdução

*“A chave para um sistema prático e sem problemas é a simplicidade” [1]*

Com os recentes progressos das telecomunicações, especialmente nos sistemas pessoais de comunicação sem fio (“personal wireless communication systems”) e sistemas ópticos, observa-se um crescente interesse nas disciplinas relacionadas ao eletromagnetismo, incluindo microondas e fotônica, ambas consideradas tecnologias críticas [2]. Apesar do significativo desenvolvimento alcançado pelos programas computacionais tipo CAI (“computer-aided instruction”) [3], o mesmo não se observa nas aulas práticas em laboratório, especialmente nos cursos técnicos e de

graduação. Equipamentos automáticos de medidas, tais como analisadores de redes, são demasiadamente caros para serem utilizados em laboratórios, até mesmo nos cursos de pós-graduação. Dessa forma, simples resultados experimentais, como uma sinal refletido ou um descasamento de impedância, tornam-se apenas um valor numérico, nunca fisicamente observado.

Neste trabalho é sugerida a utilização de detectores de microondas (“Schottky detectors”) no lugar dos usuais medidores de potência. Essa simples substituição pode tornar as medições em microondas um processo mais simples e barato. As especificações dos detectores utilizados são descritas e resultados experimentais são apresentados para exemplificar a substituição proposta.

## 2 - Detectores de microondas

Os detectores são utilizados intensivamente nos sistemas em microondas [1]. Atualmente, com preços mais atrativos, os detectores de microondas estão se tornando um componente bastante acessível. Além do mais, os detectores tipo Schottky apresentam uma excelente resposta em RF, incluindo uma alta sensibilidade. Encapsulados sob forma coaxial, podem ser facilmente manipulados, conectando-se de maneira direta às outras partes do sistema de medição. Na Fig. 1 é apresentado o esquema básico de um detector.

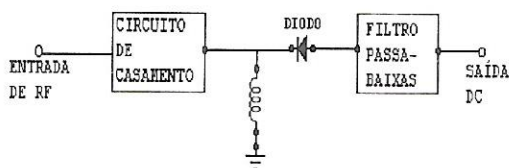


Fig. 1: Esquema básico do detector

Devido ao circuito de casamento na sua entrada, problemas de reflexão são eliminados e todo o sinal de entrada alcança o diodo. O indutor atua como um “terra” para o diodo, rejeitando também o sinal de RF. O filtro passa-baixas colocado após o diodo elimina a ondulação de alta frequência causada pelo processo de retificação do sinal, possibilitando que a sua saída apresente apenas um nível DC.

### 3 - Circuito de medição

Usualmente, os circuitos de medição em microondas apresentam o diagrama de blocos apresentado na Fig. 2.

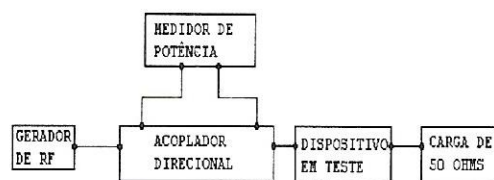


Fig. 2: Circuito usual de medição em microondas

Neste trabalho é sugerida a substituição dos medidores de potência por detectores de microondas (Fig. 3). Como a saída dos detectores é um nível DC, a medição do sinal de RF pode ser feita através de um simples osciloscópio de dois canais, ou um multímetro digital. Se um sistema mais sofisticado é desejado, uma placa de aquisição de dados pode ser usada em conjunto com um microcomputador tipo PC.

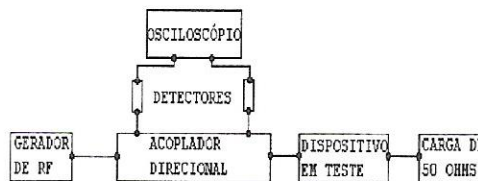


Fig. 3: Circuito de medição em microondas utilizando os detectores

### 4 - Resultados experimentais

Para exemplificar a substituição proposta são apresentados os resultados experimentais da caracterização de dois filtros passa-baixas em microfita [4]. As especificações dos detectores são apresentadas na tabela I. Os filtros são confeccionados sob um substrato de fibra de vidro ( $\epsilon_r=4.8$ ,  $h=1.5\text{mm}$ ). Ambos os filtros apresentam uma frequência de corte de aproximadamente 0.54 GHz. O primeiro filtro é do tipo Chebyshev (Fig. 4) e o segundo do tipo Butterworth (Fig. 5). Os resultados experimentais apresentam o coeficiente de reflexão ( $|S_{11}|$ ) em função da frequência, Figs. 6 e 7. Comparados com os resultados numéricos obtidos através do programa MIFITA [5] uma boa concordância é observada.

Tabela I

Modelo	DZM124NB
Faixa de frequência	10 MHz - 12.4 GHz
Máximo VSWR	1.4:1
Máximo desvio	0.5 ( $\pm$ dB)
Sensibilidade (mín.)	0.5mV/ $\mu$ W
Conector de entrada	Tipo N(m)
Conector de saída	BNC(f)
Fabricante	HEROTEK, Inc.,USA

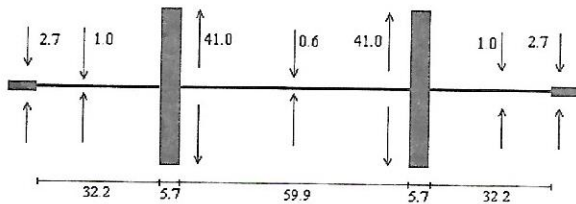


Fig. 4 - F.P.B. Chebyshev,  $f_c = 0.54\text{GHz}$

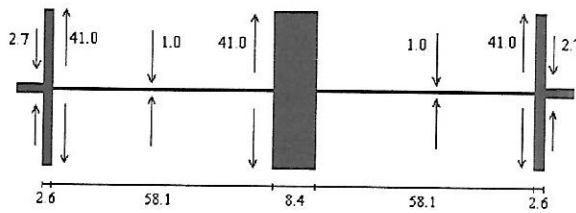


Fig. 5 - F.P.B. Butterworth,  $f_c = 0.54\text{ghz}$

## 5 - Conclusões

Neste trabalho é sugerido o uso de detectores de microondas (“Schottky diodes”) no lugar de medidores de potência. Com essa simples substituição, as medições em microondas podem se tornar um processo mais fácil e barato. Os resultados experimentais obtidos, apresentando uma boa concordância quando comparados aos resultados numéricos, indicam a aplicabilidade da substituição proposta.

## Agradecimentos

Este trabalho é parcialmente financiado pelo CNPq.

## Referências

- [1] Thomas S. Laverghetta: **Modern Microwave Measurements and Techniques**, Artech House, Inc., USA, 1988
- [2] P. R. Herczfeld and C. M. Mablekos: “Microwave engineering education in the USA: One example”, in *SBMO 91 International Microwave Conference/Brazil Proceedings*, pp. 140-145, Rio de Janeiro, Brasil, julho, 1991
- [3] M. F. Iskander, J. C. Catten, A. Jones, R. Jameson and A. Balcells: “Interactive multimedia lessons for education”, in *1995 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference proceedings*, pp. 693-670, Rio de Janeiro, Brasil, julho, 1995
- [4] Alfrêdo Gomes Neto, Joabson Nogueira de Carvalho e Jefferson Costa e Silva: “Circuitos em microfita”, *Principia*, pp. 39-44, abr-mai-jun, nº 1, 1996
- [5] Alfrêdo Gomes Neto: **Análise Teórica de Descontinuidades em Microfitas a Partir da Aplicação da Técnica da Conservação da Potência Complexa**, Dissertação de Mestrado, UFPB, Campina Grande,

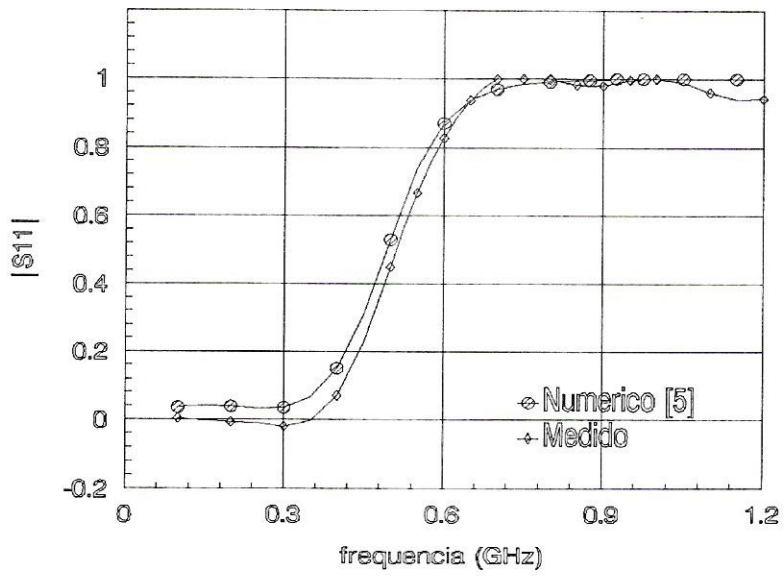


Fig. 6 - |S11| x freq.(GHz) - F.P.B. Chebyshev,  $f_c = 0.54\text{GHz}$

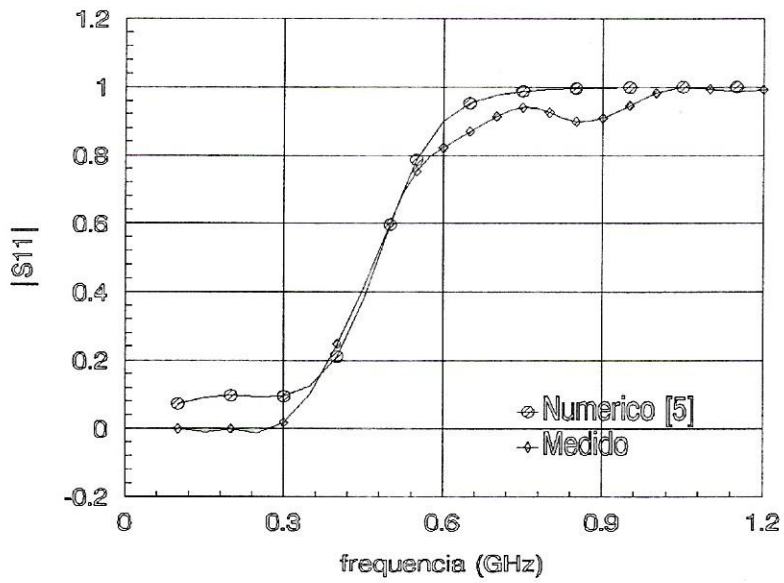


Fig. 7 - |S11| x freq.(GHz) - F.P.B. Butterworth,  $f_c = 0.54\text{GHz}$