

Medidor de Potência de Alta Sensibilidade por Acoplamento Eletromagnético

Rodrigo Facco & Lucas C. Severo
Engenharia de Telecomunicações
Universidade Federal do Pampa - Campus Alegrete
Alegrete, Rio Grande do Sul, Brasil
faccodm@gmail.com

Resumo—Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um módulo para medições de potência de sinais de radiofrequência (RF) operando na frequência de 1 GHz através de uma amostra do sinal obtida por meio de um acoplador direcional de 10 dB. A principal motivação consiste em obter as medidas da potência, tanto incidente quanto refletida, sem interferir diretamente no sinal operante de modo a permitir a caracterização da eficiência da transmissão do sistema. Neste documento é apresentado o desenvolvimento e os resultados experimentais do projeto proposto.

Palavras-Chave—Amplificador logarítmico; acoplador direcional; nível de potência.

I. INTRODUÇÃO

Um sistema de transmissão por radiofrequência é um conjunto de equipamentos responsável por recepcionar um determinado sinal, processá-lo e em seguida realizar a transmissão através de um elemento irradiante. A composição de um sistema simples consiste de um rádio receptor que irá processar os dados recebidos e transmiti-los através de uma linha de transmissão ligada ao rádio e ao elemento irradiante por meio de conectores.

O casamento de impedância em um sistema de RF é ideal quando todos os itens envolvidos no processo de condução do sinal possuem igual impedância, isso garante que o sinal conduzido não encontrará variações de resistência em seu percurso o que eventualmente resultaria em uma reflexão desse sinal causando, portanto, em uma ineficiência no sistema.

Sistemas de monitoramento podem realizar a coleta de amostras dos níveis de potência transmitidos e refletidos. Entretanto uma limitação desses sistemas em geral é realizar as medidas sem interferir significativamente no sinal. Além disso, a banda de operação dos dispositivos de medidas ainda oferece uma atuação em um espectro estreito de frequências, em torno de 400 MHz e, para alguns casos, é necessário uma adaptação ou modificação física, como os *Wattímetros Bird*®.

O objetivo principal dessa pesquisa é desenvolver um módulo de um medidor de potência em conjunto com um acoplador que permita realizar a coleta de uma amostra do sinal operante sem interferir diretamente no sistema de transmissão. Neste projeto a frequência de operação foi definida em 1GHz e a faixa de medida de 0 a -60 dBm.

II. METODOLOGIA E PROTÓTIPO

A. Acoplador Direcional

O acoplador direcional foi projetado por meio de métodos numéricos, [1], [2], para operar na frequência de 1 GHz com impedância característica $Z_o = 50 \Omega$ e acoplamento de 10 dB utilizando o substrato FR4 com altura $h = 1,5 \text{ mm}$ e permissividade elétrica relativa $\epsilon_r = 4,4$ com conectores de saída SMA fêmea. O protótipo tem dimensão de 59,41 x 19,77 mm e é mostrado na Figura 1.

O dispositivo opera transmitindo o sinal de entrada diretamente entre as portas 1 e 4. Considerando então a porta 1 como entrada, é possível obter uma amostra desse sinal na porta 2 inserindo uma carga casada na porta 3, já o sinal refletido pode ser obtido na porta 5 com a inserção de uma carga casada na porta 6.

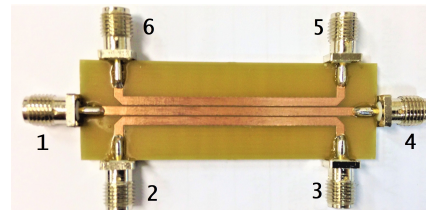


Figura 1. Acoplador direcional de 10 dB.

B. Medidor de Potência

O dispositivo para realizar a medida dos níveis de potência foi projetado utilizando o amplificador operacional logarítmico AD8318 e circuitaria auxiliar com componentes discretos dados pelo datasheet, [3], otimizado para a aplicação específica de medidas de potência conforme mostrado na Figura 2. A alimentação do circuito é dada por um regulador de tensão LM78M05 com entrada DC de 7,5 a 9 V e saída de 5 V para o amplificador operacional. A linha de entrada do sinal a ser medido foi projetada utilizando CPWG (*Coplanar Waveguide With Ground*) com a finalidade de eliminar eventuais interferências externas. As dimensões total do circuito, mostrado na Figura 3, é de 52,94 x 27,9 mm. O sinal a ser medido entra no circuito através do conector SMA fêmea. A interface de sinais de saída do medidor de potência foi projetada de

forma que o circuito possa operar como um módulo medidor, apresentando, sequencialmente de 1 a 7, os seguintes pinos: TEMP, VCC INPUT, GND, VOUT, VCC_OUT_5V, ENBL e GND, onde

- TEMP é a saída do sensor de temperaturas integrado no AD8318 (amperes);
- VCC INPUT é a entrada de alimentação externa para o regulador de tensão (volts);
- GND é a saída comum;
- VOUT é a saída do sinal de medidas (volts);
- VCC_OUT_5V é a saída auxiliar DC de 5 V;
- ENBL é o pino que liga o circuito quando conectado a VCC_OUT_5V e desliga quando conectado ao GND.

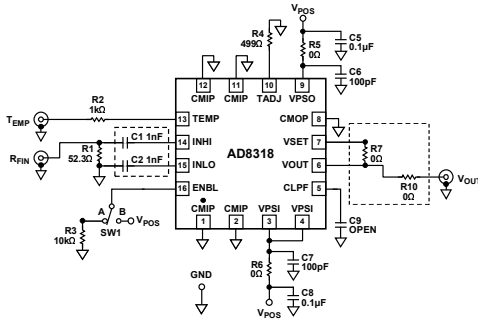


Figura 2. Planta do circuito auxiliar para o amplificador operacional AD8318.

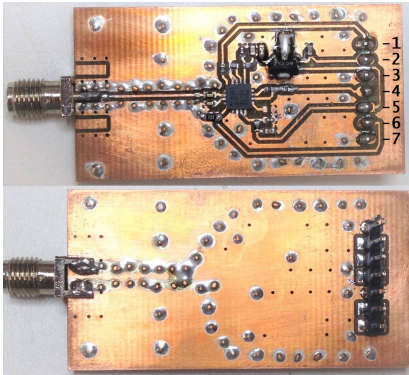


Figura 3. Protótipo do medidor de potência.

III. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

O acoplador direcional foi simulado utilizando o *software* HFSS® e medido utilizando um Analisador de Redes. A Figura 4 mostra a comparação dos parâmetros de transmissão e reflexão medidos e simulados onde percebe-se uma pequena diferença entre os parâmetros S_{11} dado a imprecisão da fresa de prototipagem. Os parâmetros relacionados às portas 5 e 6, por simetria, são idênticos aos relacionados às portas 2 e 3, respectivamente.

O nível de potência de entrada pode ser obtido por uma escala linear de tensão na variação de 0 a -60 dBm dado na saída do circuito medidor de potência. Os resultados mostrados na Figura 5 foram obtidos inserindo um sinal diretamente ao

medidor de potência, curva preta, e no conjunto formado pelo medidor de potência ligado ao acoplador direcional, curva vermelha.

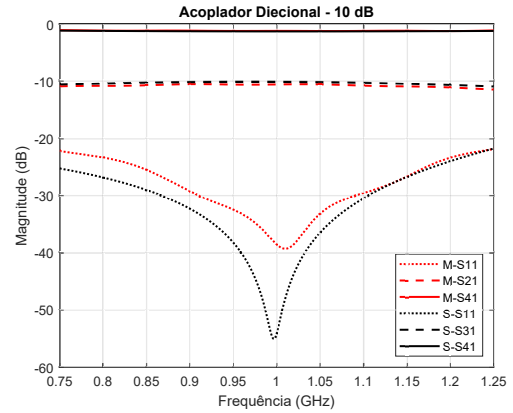


Figura 4. Parâmetros de transmissão do acoplador direcional. Prefixo M: medido; Prefixo S: simulado.

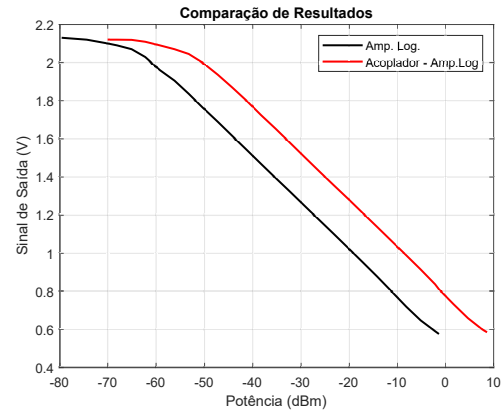


Figura 5. Sinal de saída para o amplificador logarítmico, curva preta, e acoplador direcional ligado ao amplificador logarítmico, curva vermelha.

IV. CONCLUSÃO

Observou-se que o conjunto medidor de potência e acoplador direcional possibilitam a realização de medidas nos níveis de potência propostos. Uma vez que o acoplador possui uma largura de banda estreita, não foi possível testar a operação do circuito para frequências maiores que 1 GHz, entretanto as especificações do *datasheet* garantem uma variação de 1 MHz a 8 GHz. Uma alternativa para essa limitação é buscar técnicas para ampliação da largura de banda do acoplador ou utilizar outros métodos de acoplamento como por meio de bobinas.

REFERÊNCIAS

- [1] J. A. J. Ribeiro, *Engenharia de Microondas: Fundamentos e Aplicações*, Editora Érica, 2008.
- [2] D. Pavlidis and H. L. Hartnagel, "The Design and Performance of Three-line Microstrip Couplers", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. MTT-24, pp. 631–640, Oct. 1976.
- [3] Analog Devices, "Logarithmic Detector/Controller", AD8318 datasheet, 2017.