



Projeto EAF - Caracterização do Filtro profissionais em Banda C Greatek WG385425G

INATEL - INSTITUTO NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES
ICC - INATEL COMPETENCE CENTER

Autores: MSc. DANIEL ANDRADE NUNES, DR. HUGO RODRIGUES DIAS
FILGUEIRAS, ENG. LUCAS PRADO ROCHA

Versão: 1.0

**Santa Rita do Sapucaí
Junho de 2022**

Sumário

Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Acrônimos	iv
1 Objetivo	1
2 Caracterização dos dispositivos	2
2.1 Análise de Parâmetros S entre 3200 a 4300 MHz	4
2.2 Análise de Parâmetros S entre 4800 a 6425 MHz	7

Lista de Figuras

2.1	Analisador de Redes PNA da <i>Keysight</i> utilizado nas caracterizações de filtros de cavidade em banda C.	2
2.2	Filtro WG385425G.	3
2.3	Curvas S_{11} e S_{21} filtro WG385425G.	5
2.4	S_{21} do filtro WG385425G na faixa de passagem.	6
2.5	S_{21} do filtro WG385425G	7

Lista de Tabelas

2.1	Cenários do mapa de propostas	4
2.2	IL típica e máxima na faixa de passagem.	5
2.3	Dados de rejeição (S_{21} [dB]) do filtro WG385725G.	6
2.4	Níveis de (S_{21}).	7

Acrônimos

5G Quinta Geração de Rede Móvel Celular

DL *downlink*

FSS Serviço Fixo por Satélite

GT Grupo de Trabalho

IL *Insertion Loss*

IMT *International Mobile Telecommunications*

Inatel Instituto Nacional de Telecomunicações

NR *New Radio*

S_{11} coeficiente de reflexão

S_{21} coeficiente de transmissão

UL *uplink*

WOCA *Wireless and Optical Convergent Access*

Capítulo 1

Objetivo

O presente documento tem como objetivo descrever os resultados dos testes realizados pela equipe de consultores técnicos do Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), conforme solicitação da empresa KPMG/EAF, no contexto do projeto de desocupação da banda C e mitigação de interferência entre as tecnologias *International Mobile Telecommunications* (IMT) 2020 e Serviço Fixo por Satélite (FSS). Os dados aqui contidos são resultados experimentais sem cunho comercial. Qualquer divulgação deste material fica sob responsabilidade das contratantes que deverão avaliar qualquer impedimento jurídico e de conflito de interesses. Os nomes dos fabricantes serão apresentados neste documento uma vez que o objetivo final do relatório é avaliar a elegibilidade para implementação em campo por parte das contratantes.

Mais especificamente, o relatório contém os resultados de caracterização de filtros de cavidade em banda C com o objetivo de validar a sua resposta em frequência, incluindo perda por inserção na banda de passagem, rejeição fora da faixa e coeficiente de reflexão. O filtro analisado consiste no modelo WG385425G da fabricante Greatek, com banda de passagem informada de 3800 a 4200 MHz.

Capítulo 2

Caracterização dos dispositivos

Este Capítulo apresenta a caracterização do filtro de cavidade profissional em banda C, de 3,8 a 4,2 GHz, enviado pela proponente do projeto de desocupação. Os testes foram conduzidos no Laboratório *Wireless and Optical Convergent Access* (WOCA) do Inatel [1] que é guarnecido com equipamentos para geração de sinais vetoriais, análise e demodulação digital e analisadores vetoriais de redes até 44 GHz. A Figura 2.1 apresenta o analisador de redes *Keysight* utilizado na caracterização de filtros.

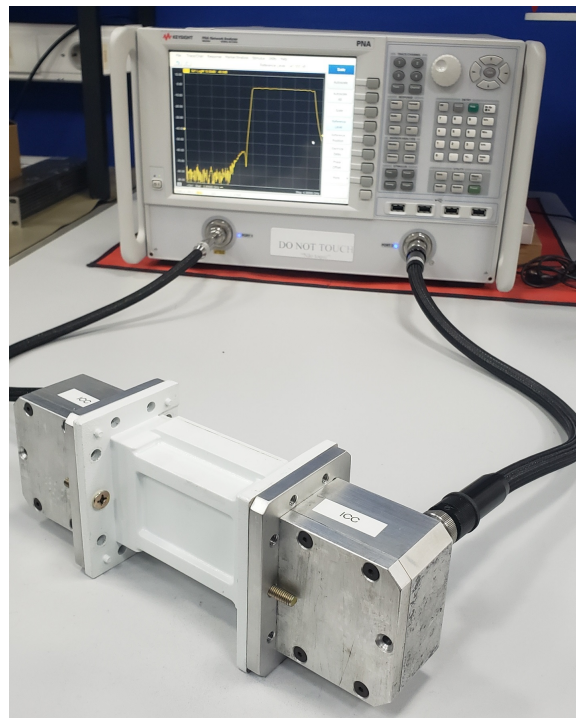


Figura 2.1: Analisador de Redes PNA da *Keysight* utilizado nas caracterizações de filtros de cavidade em banda C.

O filtro foi caracterizado com alvo em três janelas de frequência: *i*) 3200 a 4300 MHz para análise de perda por inserção na banda de passagem e rejeição nas frequências a serem alocadas para a rede Quinta Geração de Rede Móvel Celular (5G) *New Radio* (NR) em banda C; *ii*) 4800 a 5000 MHz para análise de rejeição em potencial faixa

de frequência para IMT futuro; *iii*) 5925 a 6425 MHz para análise de viabilidade de proteção das estações de *downlink* (DL) a sinais interferentes provenientes dos sistemas de *uplink* (UL) FSS.

O filtro recebido pela equipe do Inatel é referente aos cenários 15 ou 16, a depender do resultado de sua *Insertion Loss* (IL), do mapa de propostas [2] definidos pelo Grupo de Trabalho (GT) Desocupação. A Figura 2.2 apresenta uma fotografia do filtro caracterizado.

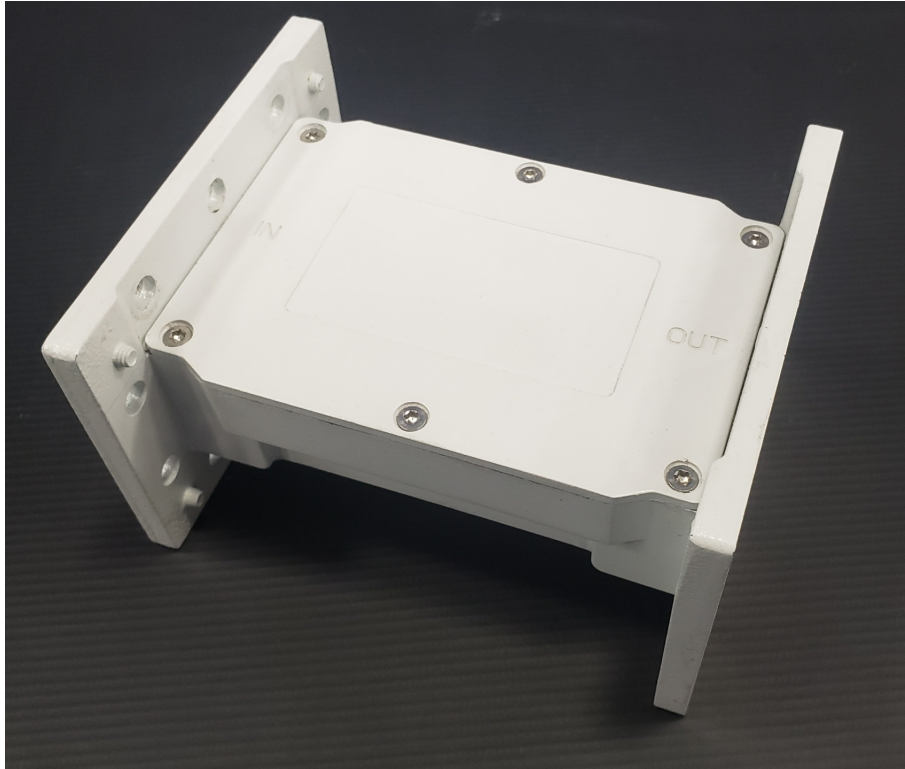


Figura 2.2: Filtro WG385425G.

Os cenários definidos pelo GT desocupação são descritos na Tabela 2.1 e serão utilizados como referência. Destacam-se como mandatórios a faixa de passagem, rejeições, IL e coeficiente de reflexão (S_{11}).

Tabela 2.1: Cenários do mapa de propostas

Requisitos	Cenário 15	Cenário 16
Faixa de passagem [MHz]	3800 a 4200	3800 a 4200
Frequência de corte [MHz]	3800	3800
Rejeição @-20 MHz [dB]	-	-
Rejeição @-40 MHz [dB]	-	-
Rejeição @-60 MHz [dB]	-	-
Rejeição @-100 MHz [dB]	55	55
Rejeição @-150 MHz [dB]	-	-
Rejeição @-200 MHz [dB]	-	-
Rejeição em 3700 MHz [dB]	55	55
IL [dB]	-	0,25
S_{11} [dB]	-17,7	-17,7

2.1 Análise de Parâmetros S entre 3200 a 4300 MHz

A Figura 2.3 apresenta as curvas de S_{11} e coeficiente de transmissão (S_{21}). O S_{11} tem por objetivo analisar o casamento de impedância dos filtros. Caracteriza-se um bom casamento de impedância na faixa de passagem aqueles cujos valores estão inferiores a -17,7 dB conforme apresentado na Tabela 2.1. As curvas de S_{21} apresentam a transferência de potência entre a entrada e saída dos filtros, com objetivo de analisar as perdas na faixa de frequência de interesse e rejeições fora da faixa. Analisando as curvas de S_{11} da Figura 2.3, percebe-se que apenas o filtro em análise cumpriu ao requisito de $S_{11} < -17,7$ dB na faixa de passagem (3800 a 4200 MHz).

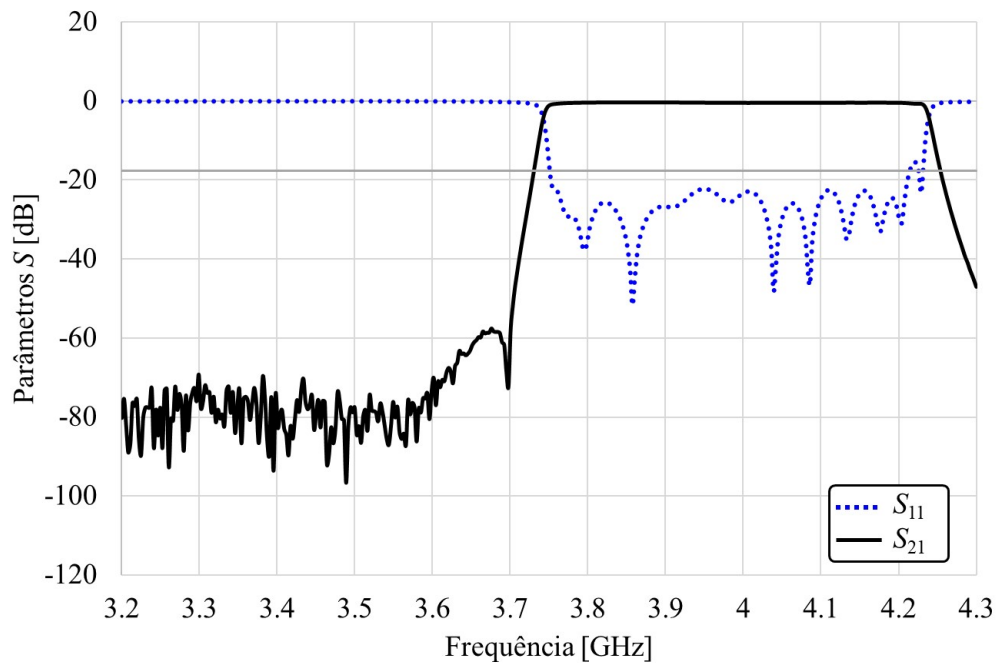


Figura 2.3: Curvas S_{11} e S_{21} filtro WG385425G.

A curva de S_{21} apresentada na Figura 2.3 foi plotada novamente na Figura 2.4. Nesta nova apresentação, limitou-se o eixo x apenas nas frequências descritas como banda de passagem e o eixo y foi formatado em escala de 0.1 dB para análise criteriosa da IL. Os dados foram compilados na Tabela 2.2, que apresenta as ILs média e máxima na faixa de passagem do filtro WG385425G. O filtro apresentou IL típica de 0,46 dB enquadrando-se no cenário 15 da Tabela 2.1. No pior caso, o filtro caracterizado apresentou IL máxima de 0,52 dB.

Tabela 2.2: IL típica e máxima na faixa de passagem.

Filtro	Faixa de passagem [MHz]	IL típico [dB]	IL máximo [dB]
WG385425G	3800 a 4200	0,46	0,52

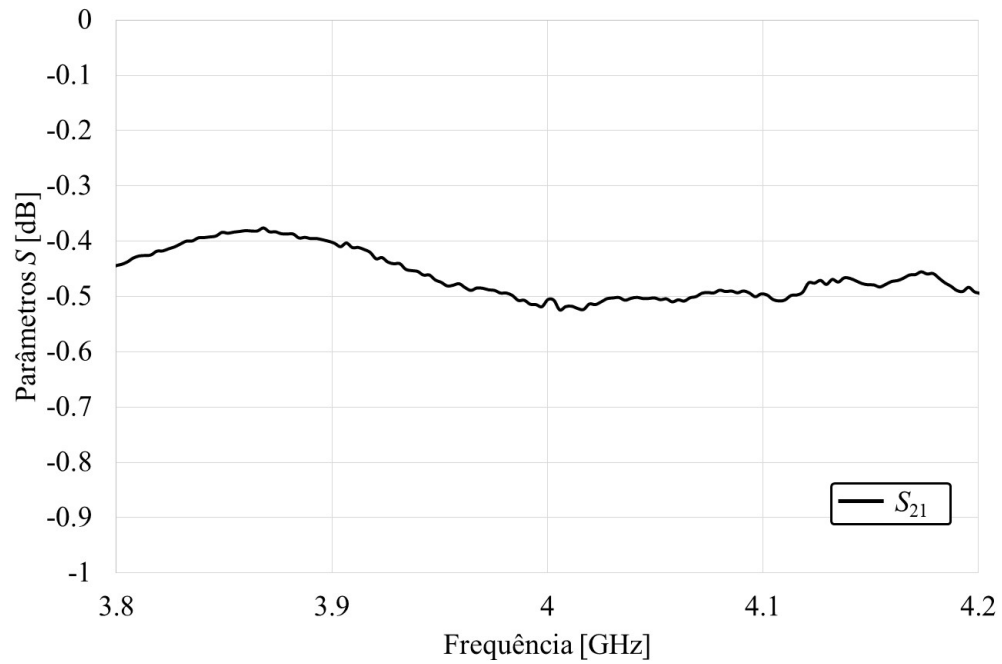


Figura 2.4: S_{21} do filtro WG385425G na faixa de passagem.

Os resultados de rejeição fora da faixa, de 3600 a 3780, foram compilados na Tabela 2.3, por meio da análise das curvas de S_{21} . É possível verificar que o filtro atendeu aos requisitos da Tabela 2.1 de rejeição de 55 dB a 100 MHz abaixo do f_c .

Tabela 2.3: Dados de rejeição (S_{21} [dB]) do filtro WG385725G.

Frequência [MHz]	WG385425G
3600	-70,15
3650	-61,90
3700	-58,05
3740	-7,70
3760	-0,71
3780	-0,52
$f_c = 3800$	-0,44

2.2 Análise de Parâmetros S entre 4800 a 6425 MHz

A Tabela 2.4 apresenta os valores de rejeição fora da faixa (S_{21}) entre 4800 a 5000 MHz, com objetivo de avaliar possível proteção contra interferência de futuros sistemas IMT. Além da análise das frequências de 5925 a 6425 MHz para proteção a interferências provenientes do UL das estações FSS. O filtro apresentou níveis de S_{21} inferiores a -74 dB em ambas as faixas. Os níveis típicos de S_{21} foram de aproximadamente -80 dB em toda faixa de frequência analisada. Tais resultados viabilizam o uso do filtro WG385425G para proteção de sistemas em frequências superiores ao DL da FSS. A Figura 2.5 apresenta a curva de rejeição fora da faixa (S_{21}) entre 4800 e 6425 MHz.

Tabela 2.4: Níveis de (S_{21}).

Filtro	4800 MHz a 5000 MHz		5925 MHz e 6425 MHz	
	Típico	Máximo	Típico	Máximo
WG385425G	-80,88	-76,82	-79,74	-74,22

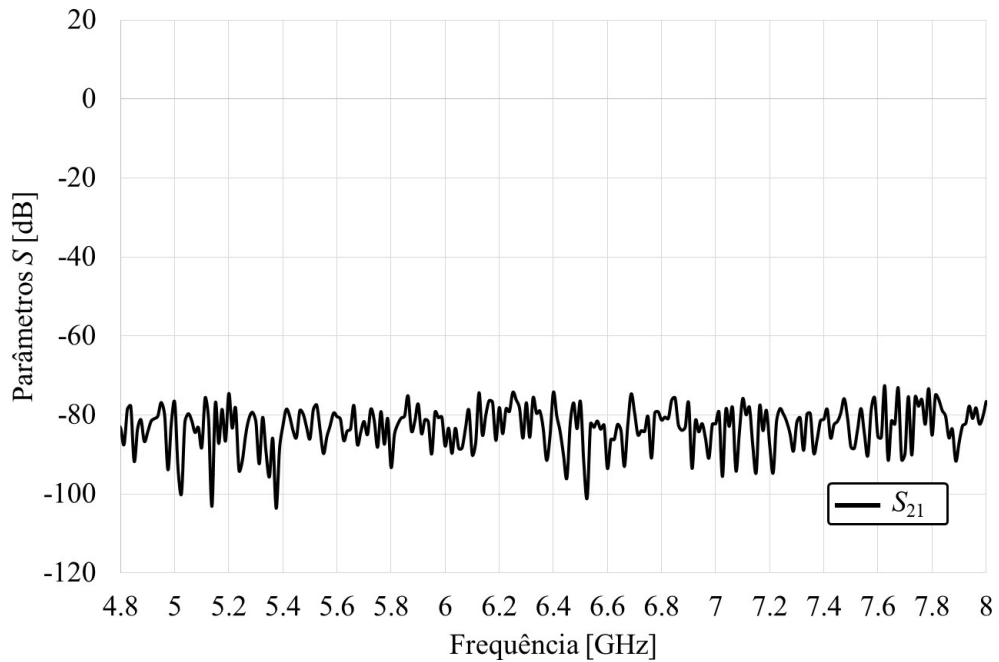


Figura 2.5: S_{21} do filtro WG385425G

Referências Bibliográficas

- [1] Inatel. Laboratório WOCA. [Online]. Available: <https://www.inatel.br/woca/>
- [2] G. Desocupação, “Mapa de Propostas da RFP de Filtros de Banda C,” *Projeto EAF*, vol. 1, 2022.