

Encontro de Instrumentação 2019 da
SPANet – São Paulo Astronomy Network

Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Fatima Salete Correra



Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo



Universidade de São Paulo

Sumário da Apresentação

- Introdução
- Equipe da Holografia do LLAMA
- Sistema de Holografia do LLAMA
- Transmissor da Holografia do LLAMA

Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Large Latin America Millimeter Array

- Empreendimento científico e tecnológico Brasil e Argentina
 - FAPESP e Ministério da Ciência e Tecnologia da Argentina
- Radiotelescópio nos Andes Argentinos
 - 4.800 metros de altitude
 - Em fase de instalação



Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Large Latin America Millimeter Array

- Antena do LLAMA
 - Antena Cassegrain
 - Refletor parabólico com 12 metros de diâmetro, 256 painéis
 - Fabricada pela empresa alemã VERTEX
- Objetivo da Holografia
 - Ajustar os painéis do refletor parabólico
 - Qualidade da superfície da antena: erro menor que $10\ \mu\text{m}$



Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Equipe da Holografia – Brasil/Argentina

IAG USP

Instituto de Astronomia,
Geofísica e Ciências
Atmosféricas da USP



EPUSP

Escola Politécnica da USP



IAR

Instituto Argentino de
Radioastronomia



Sistema de holografia

- Receptor (ALMA)
- Projeto do transmissor
- Desenvolvimento do tratamento de dados

Infraestrutura local

- Torre, enlace óptico, geração de energia

Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Pesquisadores Brasileiros

Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP

- Jacques Lepine
- Zulema Abraham
- Tânia Pereira Dominici
- Pedro P. Bonetti Beaklini
- Danilo Zanella
- Daniele A. R. da Costa Lima

Escola Politécnica da USP

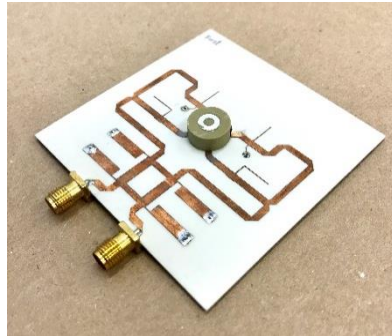
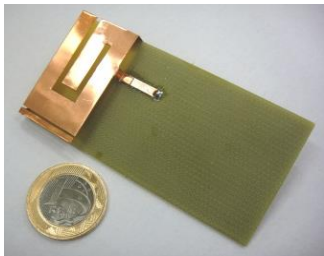
- Fatima Salete Correra
- Marcos Aurélio Luqueze
- Antonio Sandro Verri
- Wesley Beccaro

Grupo de Micro-ondas do
Laboratório de Microeletrônica

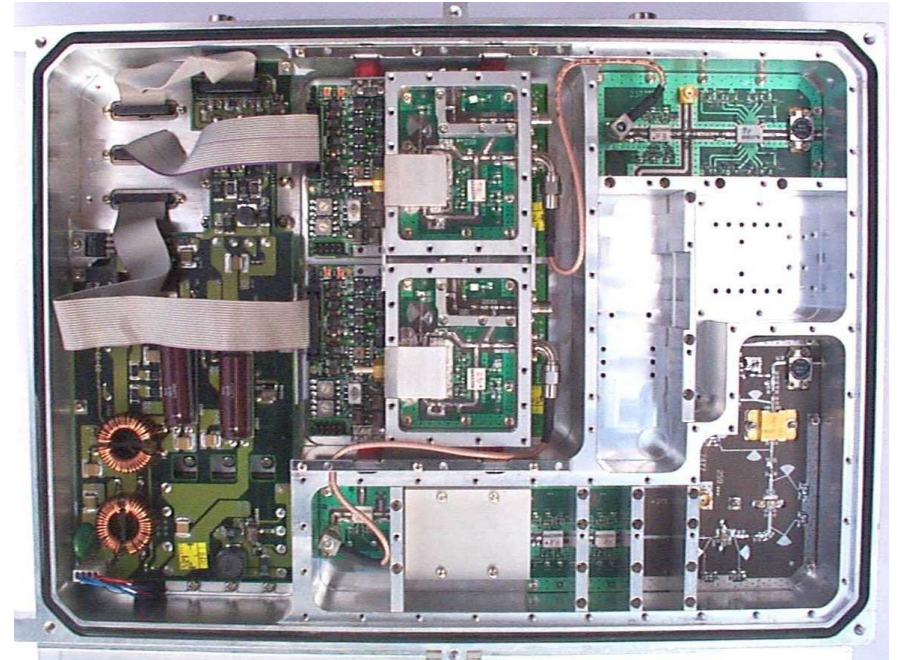
Grupo de Micro-ondas do Laboratório de Microeletrônica da USP

- Projeto de antenas, circuitos e sistemas de micro-ondas
- Facilidades de projeto, fabricação e caracterização em micro-ondas

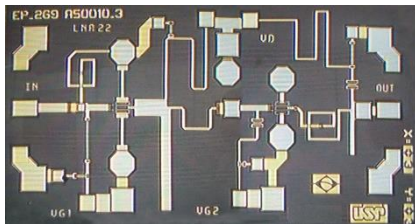
Antenas



Sistemas



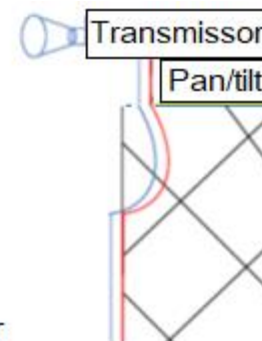
Circuitos de micro-ondas



Sistema de Holografia do LLAMA



Antena com receptor de holografia no foco da parábola



Conexões do transmissor
(duto enterrado)

- Fibra ótica - dados de monitoração e controle
- Tensão de alimentação 220 VAC



Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Projeto do Sistema de Holografia do LLAMA

- Receptor e Back-end de holografia
- Cedidos pelo radiotelescópio ALMA



↑ Bastidor do Back-end

← Receptor da holografia

Projeto do Sistema de Holografia do LLAMA

Especificações do Sistema

- Compatíveis com o receptor do ALMA
- Transmissor
 - Frequência de operação: 104,02 GHz
 - Ajuste de frequência: +/- 130 MHz
 - Potência de saída máxima: +15 dBm
- Antena do transmissor
 - Ganho de 33 dB
 - Largura de feixe de 0,5 dB: 2,3 graus
 - Largura de feixe de 3,0 dB: 4,6 graus

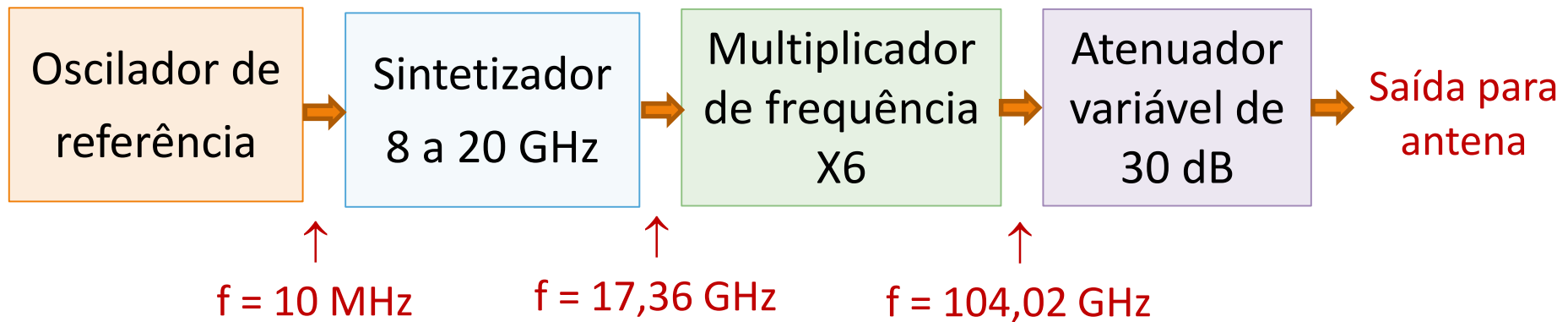
Projeto do Sistema de Holografia do LLAMA

Requisitos Adicionais do Transmissor

- Operar com estabilidade durante a holografia da antena
 - Algumas horas
- Ficar acondicionado em gabinete para operação ao ar livre
 - Resistente às condições atmosféricas
 - Temperatura ambiente controlada
- Prover sensoriamento remoto do transmissor
 - Temperatura de operação
 - Tensões e correntes de alimentação

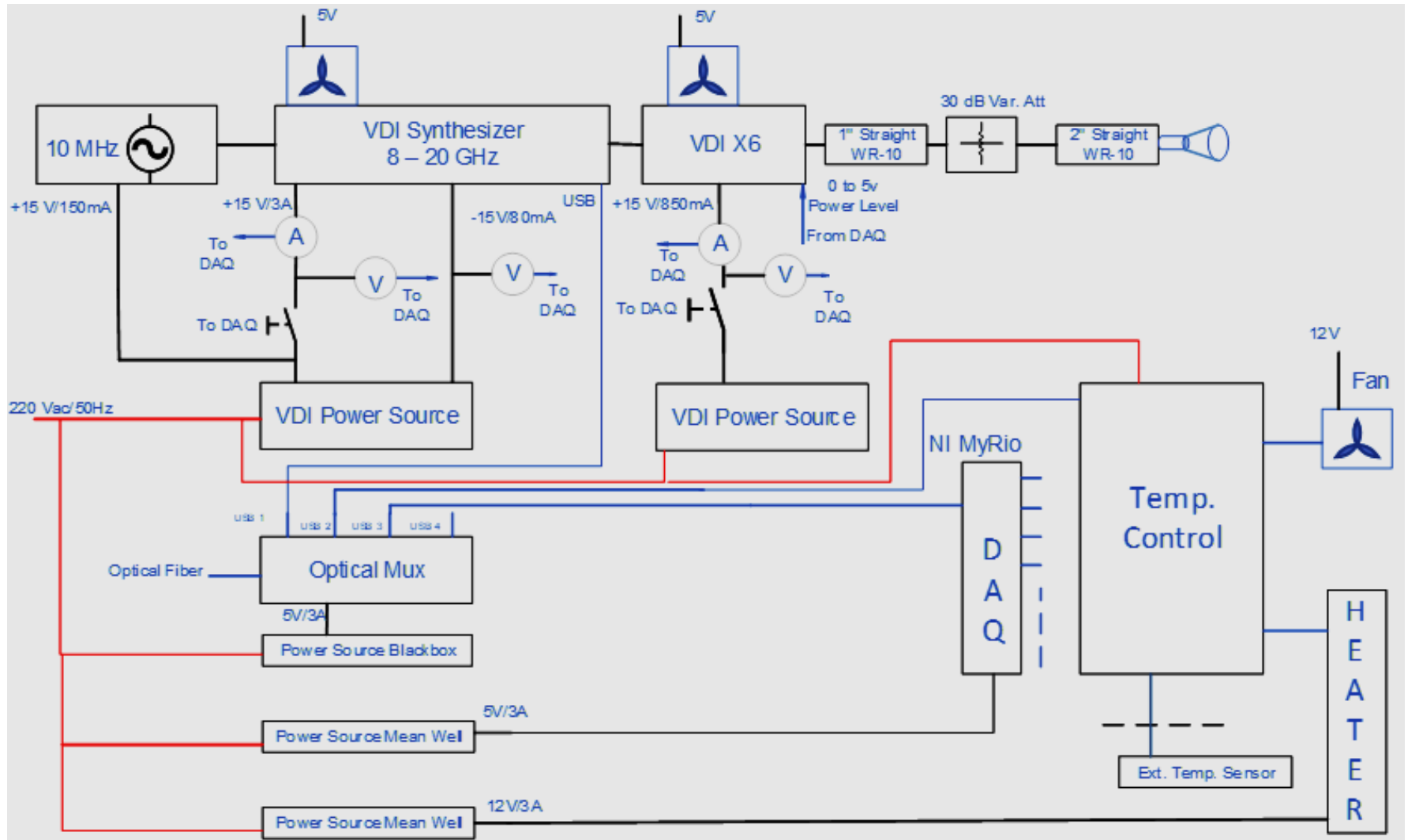
Projeto do Transmissor

Diagrama esquemático simplificado

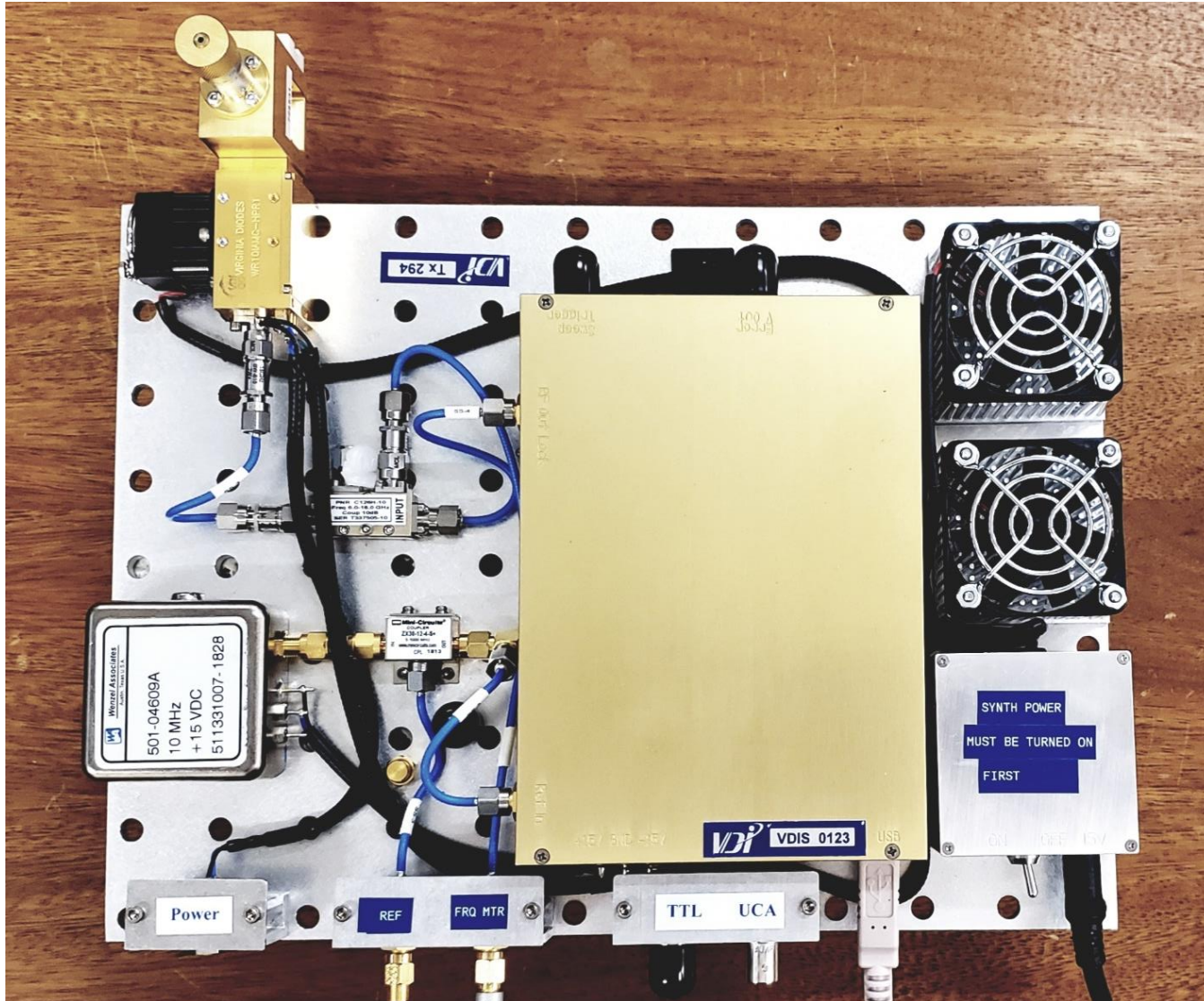


- Protótipo fabricado pela VDI – Virginia Diodes, EUA
- Estabilidade do sintetizador $< 1 \text{ ppm}$
- Ruído de fase do sintetizador: $-100 \text{ dB/Hz @ } 10 \text{ kHz}$ de offset, em 16 GHz

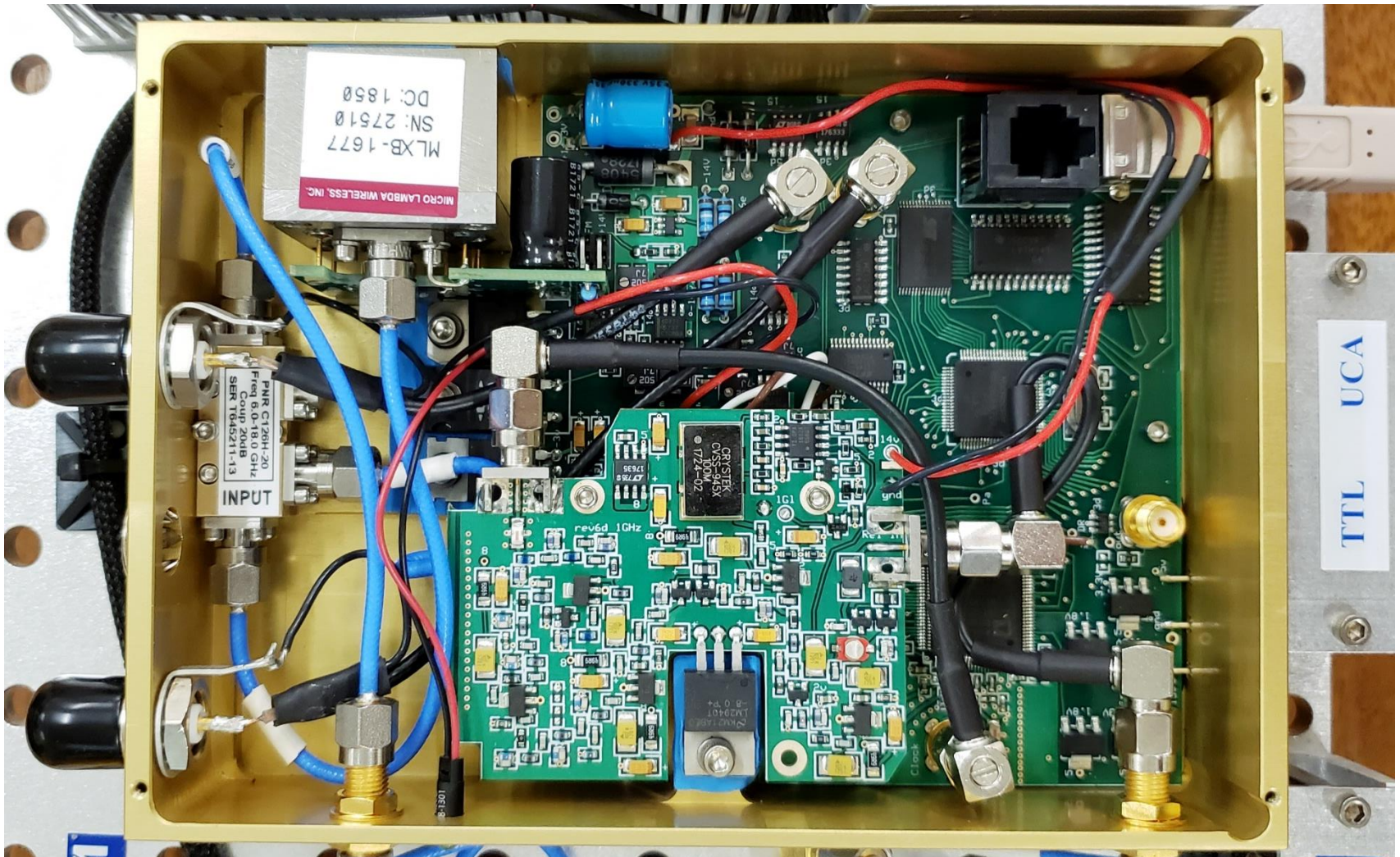
Diagrama de blocos do transmissor projetado



Transmissor de Holografia do LLAMA



Sintetizador do Transmissor



Interface para Controle e Monitoração do Transmissor do LLAMA em LabVIEW

Set synthesizer.vi Front Panel

File Edit View Project Operate Tools Window Help

15pt Application Font

LLAMA Holography Configuration and Monitoring Interface

SN# VDIS0027 Version 4.1 Device Description

Select Frequency Factor 1 Offset Frequency(GHz) 0.000000000

Change Boot Up Settings

Show Actual Settings

Mode: CW Freq Step Step FM Sweep Dial

Control Synthesizer CW Frequency and Power Output

CW Frequency(GHz) 16.34560000

Power Output (dBm) 0.000000000

Send Synthesizer Configuration

Monitor and Control Power Supplies

Monitor ON/OFF

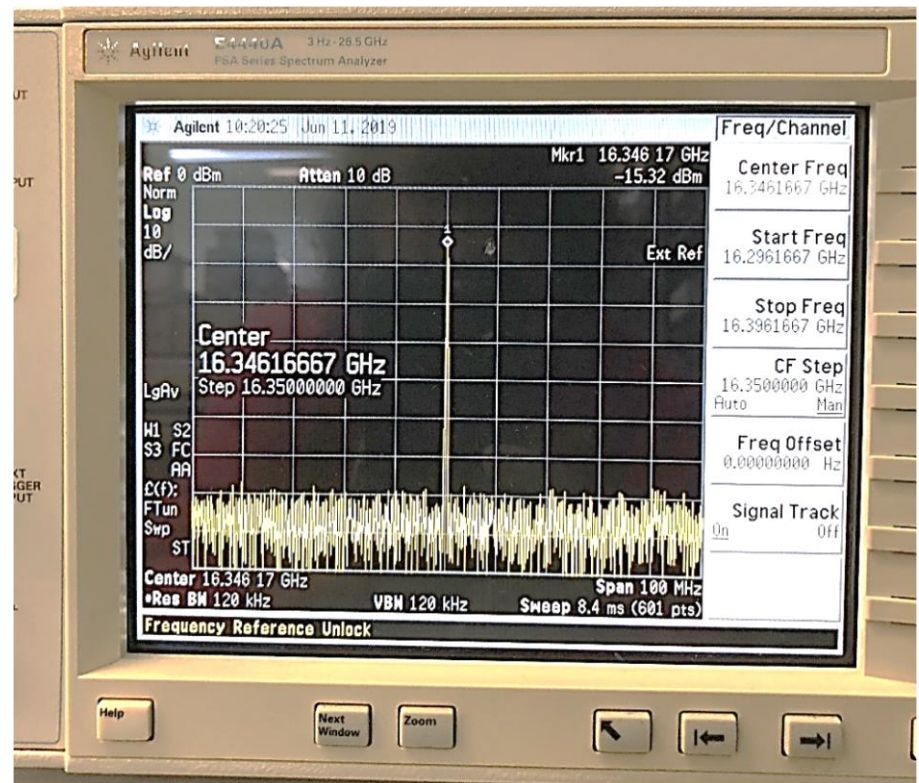
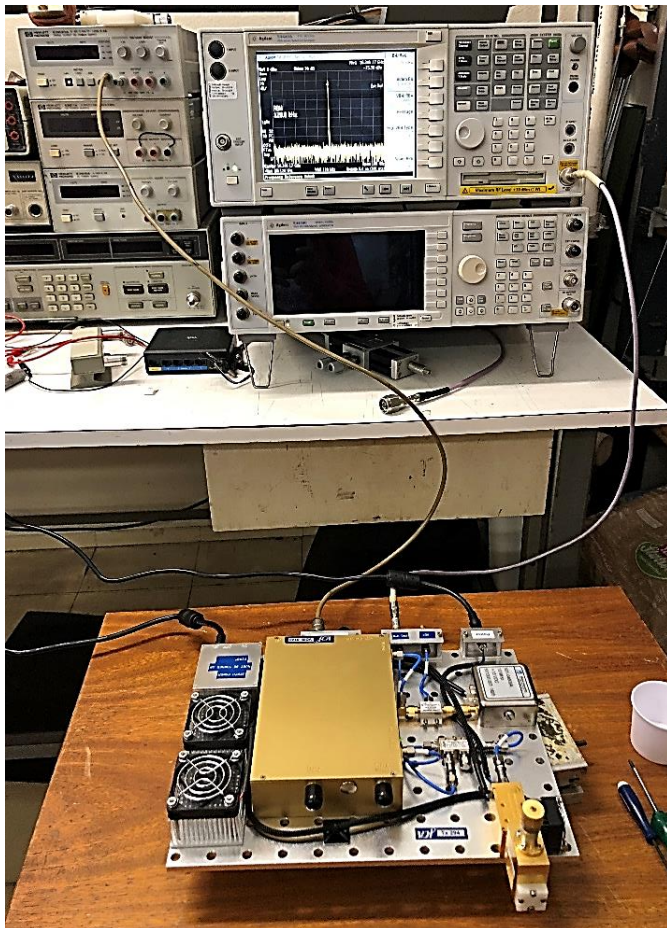
Voltage (V) - System #	Current (A) - System #
0.000000000	-7.500000000
0.000000000	-7.500000000
0.000000000	-7.500000000
0.000000000	-7.500000000

Turn on / Turn off Power Supplies

System #1 System #2 System #3 System #4

Caracterização do Transmissor

- Caracterização do sintetizador do transmissor



- Sinal sintetizado de 16,34 GHz na tela do analisador de espectro

Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Próximas Etapas

- Caracterização do transmissor em 104 GHz na USP
 - Aguardando chegada de kit para *upgrade* de analisador de espectro
- Otimização do projeto da antena do transmissor (IAG-USP)
- Teste do transmissor com a antena projetada
- Teste do conjunto receptor/transmissor da holografia
- Acondicionamento do transmissor em gabinete hermético
- Ensaio térmico do transmissor

Holografia da Antena do Radiotelescópio LLAMA

Necessidades de Infraestrutura

- Equipamentos e processos para caracterização da antena em 104 GHz

Possíveis desenvolvimentos futuros conjuntos IAG/EPUSP para o radiotelescópio LLAMA

- Receptor da holografia
- Back-end da holografia
- Processador de FI para os receptores do radiotelescópio



Obrigada a todos