

Análise e Projetos de Circuitos de Telecomunicações

Maj Renault – IMBEL/FMCE
renault.fmce@imbel.gov.br
(21) 99243-6494

Cap Câmara – IME
camara@ime.eb.br

Objetivos

- **Compreender o funcionamento dos receptores e transmissores usados em telecomunicações;**
- **Projetar os circuitos particulares dos receptores e transmissores;**
- **Empregar circuitos particulares dos receptores e transmissores.**

Leitura Recomendada

- **YOUNG, Paul H.** Técnicas de comunicação eletrônica. 5.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- **KRAUSS, Herbert L.; BOSTIAN, Charles W.; RAAB, Frederick H.** Solid State Radio Engineering 1.ed. IE-Wiley, 1980. 560p.
- **HAYKIN, Simon.** Sistemas de Comunicação Analógicas e Digitais 4.ed. Bookman, 2004
- **HAYKIN, Simon; MOHER, Michael.** Introdução aos Sistemas de Comunicação 2.ed. Bookman, 2008
- NI AWR
- X Microwave Simulator

Aulas

- Aula 1 2019-07-10
 - Apresentação da Disciplina
 - Introdução e Motivação
- Aula 2 2019-07-17
 - Sistema de comunicação
 - Linhas de transmissão planares
 - Conectores
 - Demonstração SDR
- Aula 3 2019-07-24
 - Antenas e Propagação
 - Prática
- Aula 4 2019-07-31
 - Amplificadores de baixo ruído
 - Atenuadores
 - Filtros

Aulas

- Aula 5 2019-08-07
 - Blocos de Ganho (Gain Block)
 - Chaves de RF
 - Acopladores direcionais
 - Osciladores
 - Misturadores
- Aula 6 2019-08-14
 - Circuitos AGC
 - Demodulação
- Aula 7 2019-08-21
 - Conversor A/D
 - Rádio definido por Software
- VC 2019-08-28 ou 2019-09-04

Trabalho #1

- **Caracterização de componentes de RF**
 - Objetivo: Caracterizar e produzir documentação técnica de componentes de RF diversos como filtros, antenas, amplificadores, acopladores direcionais, mixer, chave de RF, osciladores, etc.
 - Realizar medidas de parâmetros S de componentes de RF e elaborar a ficha técnica a partir dos dados obtidos.
 - Datas:
 - Esboço: 31/07/2019 (Grupo)
 - Entrega: 07/08/2019 (Grupo)

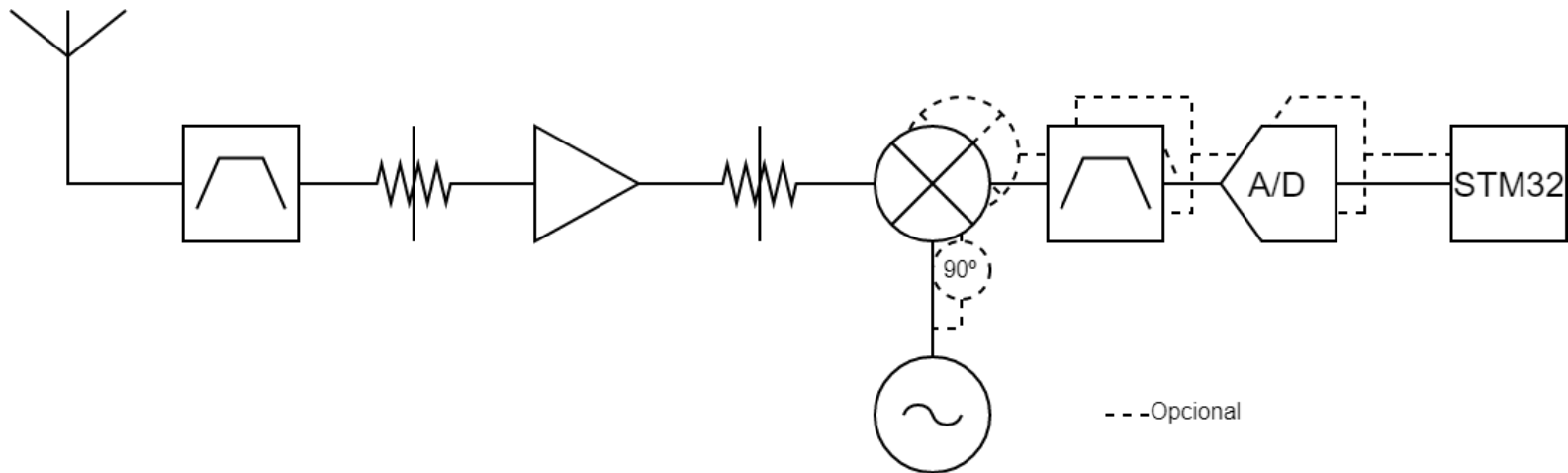
Trabalho #2

○ **Simulação de componentes de RF**

- Conhecer e utilizar ferramentas de simulação EM de circuitos e componentes de circuitos de RF
- Simular componente caracterizado no trabalho #1. Montar circuito que utilize o componente caracterizado e realizar simulação. Enviar por email para renault.fmce@imbel.gov.br imagens do diagrama de blocos e resultados da simulação com análise sintética do comportamento observado.
- Datas:
 - Instalação AWR: 07/08/2019 (Individual)
 - Simulação #1: 09/08/2019 (Individual)

Projeto - Arquitetura

- Projeto um receptor definido por software que adote arquitetura baseada no diagrama abaixo.



Projeto - Requisitos

○ Características técnicas: VHF AIR BAND TRANSCEIVERS

SPECIFICATIONS

| | IC-A24, IC-A6 | IC-A24E, IC-A6E |
|--|--|------------------------------------|
| GENERAL | | |
| Frequency range | | |
| IC-A24/E Tx (COM) | 118.000–136.9917MHz | 118.000–136.9917MHz |
| Rx (COM, NAV) | 108.000–136.9917MHz | 108.000–136.9917MHz |
| IC-A6/E Tx/RX (COM) | 118.000–136.9917MHz | 118.000–136.9917MHz |
| IC-A24/A6 RX (Weather) | 161.650–163.275MHz | |
| Number of memory channels | 200 (20 Ch × 10 banks) | |
| Channel spacing | 8.33/25kHz or 25kHz | (depending on version) |
| Type of emission | 6K00A3E (25), 5K60A3E (8.33), 16K0G3E (WX) | 6K00A3E (25kHz), 5K60A3E (8.33kHz) |
| Power supply requirement | 7.2V DC (Battery pack) | 11.0V DC (External DC Jack) |
| Current drain (approx.) | | |
| Tx High | 1.8A* (* 1.5A typ for 25kHz version) | |
| Rx Max. audio/Stand-by | 500mA*/70mA typ. (* 300mA typ for 25kHz version) | |
| Antenna impedance | 50Ω nominal | (BNC type) |
| Operating temperature range | –10°C to +60°C (USA/GEN) –10°C to +50°C (AUS) | –20°C to +55°C |
| Dimensions (W×H×D) (Projections not included) | 54×129.3×35.5 mm; 2.13×5.09×1.4 in | |
| Weight (approx.) | 430g; 15.2oz (With BP-210N and antenna) | |






Projeto - Requisitos

○ Características técnicas:

| RECEIVER | | |
|--|--|----------------------------------|
| Intermediate frequency (1st/2nd) | 46.35MHz*/450kHz (* 30.05MHz for 25kHz version) | |
| Sensitivity (Showing 8.33/25kHz version) | | |
| NAV | Less than 0dB μ (6dB S/N) | Less than 0dB μ (6dB S/N) |
| COM | Less than 0dB μ (6dB S/N) | Less than 0dB μ (12dB SINAD) |
| WX | Less than -8dB μ (12dB SINAD) | |
| Squelch sensitivity (at threshold) | Less than 0dB μ (AM) Less than -5dB μ (FM) | Less than 0dB μ |
| Selectivity 6dB | More than 2.778kHz/7.5kHz (8.33/25kHz) Less than 7.37kHz/25kHz (8.33/25kHz) | |
| 60dB | | |
| Spurious response | More than 60dB (AM) More than 30dB (FM) | More than 70dB |
| Hum and noise | More than 40dB (USA/GEN) More than 30dB (AUS) | More than 40dB |
| Audio output power (8 Ω load) | 470mW* typ. (* 500mW typ. for 25kHz version) | |
| Ext. speaker connector | 3-conductor 3.5 (d) mm (1/8")/8 Ω | |

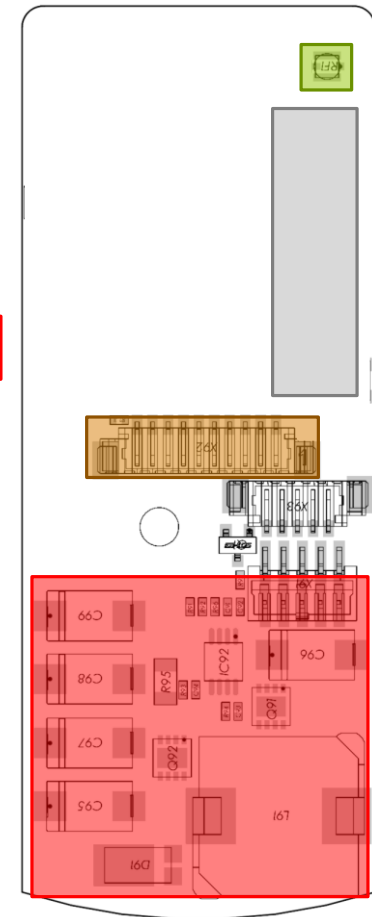
Projeto – Disponibilidade e Bonus

○ Disponibilidade

- Conector MicroRF e cabo para SMA 
- Conversor DC/DC para células de lítio com saída para 7,4V 4A 
- Conector Dados com SPI, I2C, GPIO (2 I/O) 

○ Bônus

- Ocupar área 25x8 mm 
- Utilizar componentes existentes na IMBEL



Projeto

- **Entregas**

- Divisão de tarefas:
 - Lista nominal com distribuição de tarefas.
- Diagrama de blocos preliminar:
 - Projeto alto nível a partir das especificações.
 - Pode conter componentes reais ou especificações para simulação.
 - Elaboração dos requisitos para os componentes individuais.
 - Esboço do projeto em NI AWR / ST TrueStudio
- Seleção de componentes:
 - Descritivo funcional com seleção / projeto dos componentes individuais.
 - Deverá permitir a avaliação de desempenho a partir da simulação.
 - Revalidação da simulação com dados dos componentes reais.
- Diagrama de blocos final:
 - Substituição de componentes para atingir requisitos, caso necessário.
 - Diagrama de blocos e esquemático contendo informações técnicas como níveis de sinal de entrada / saída, NF, IP₃, rejeição canal adjacente, seletividade, sensibilidade.

Projeto

◉ Entregas

- ◉ Relatório e documentação do projeto:
 - ◉ Projeto esquemático e layout da prova de conceito.
 - ◉ Projeto esquemático e layout do receptor.
 - ◉ Relatório do projeto contendo metodologia, memória de cálculos, e documentação de referência.
 - ◉ Firmware com demodulação documentado.
- ◉ Implementação prova de conceito:
 - ◉ Prova de conceito montada e funcionando.
 - ◉ Testes para validação do projeto.
 - ◉ Relatório de medidas realizadas para validação do projeto.
 - ◉ Sugestões de melhorias.

Projeto

◉ **Datas**

- ◉ Divisão de tarefas:
2019-08-07
- ◉ Diagrama de blocos preliminar:
2019-08-14
- ◉ Seleção de componentes:
2019-08-21
- ◉ Diagrama de blocos final:
2019-08-28
- ◉ Relatório e documentação do projeto:
2019-08-28
- ◉ Implementação prova de conceito:
2019-09-11

Projeto

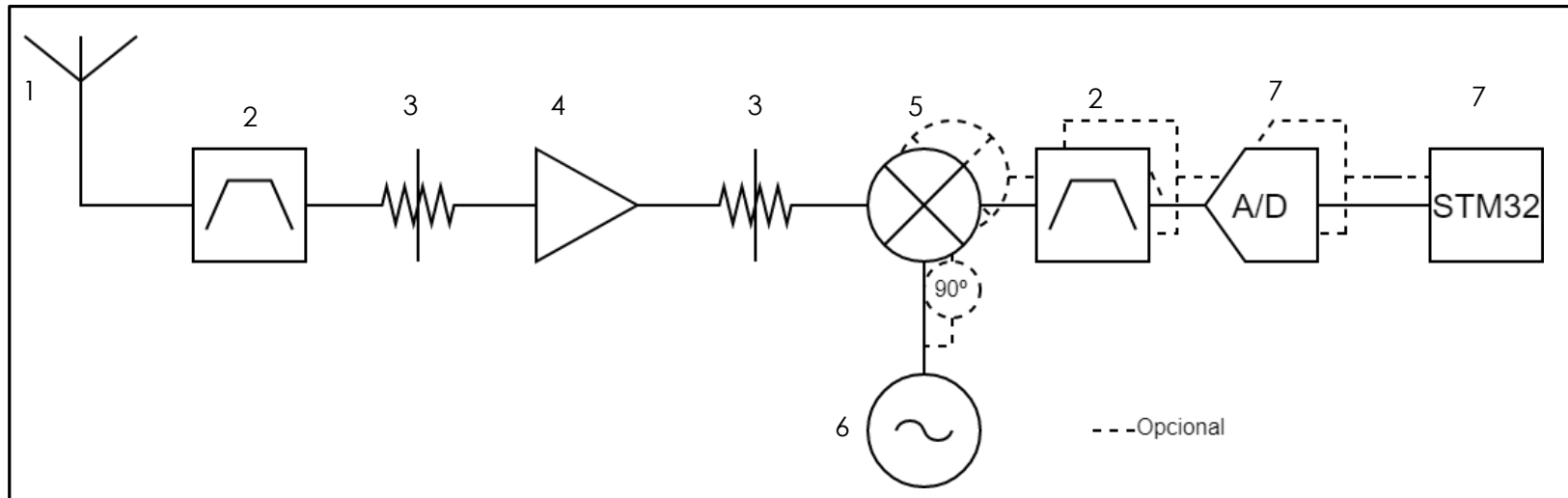
○ **Outras observações:**

- O projeto deverá ser feito em grupo.
- O trabalho de cada um influencia no dos outros (não deixar acumular).
- Todos os alunos deverão realizar individualmente todas as entregas.
- As entregas serão compostas de parte comum, feita em grupo, e parte específica, feita individualmente.
- Qualquer dúvida, encaminhar email de imediato de forma a não prejudicar o cronograma.
- As entregas são tarefas simples, que visam manter o contínuo desenvolvimento do projeto.

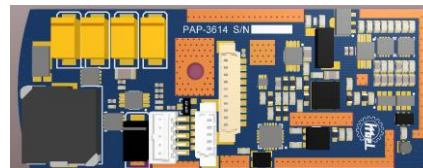
Projeto

○ Sugestão para distribuição de tarefas

8



9



Projeto

- 1 – Antena
- 2 – Filtros
- 3 – Atenuadores
- 4 – LNA / Gain Block
- 5 – Mixer
- 6 – Oscilador Local
- 7 – Conversor A/D e Firmware
- 8 – Integração
- 9 – Layout e componentes de características distribuídas (linhas de transmissão, conectores, etc)