

# Confiabilidade em Circuitos Eletrônicos

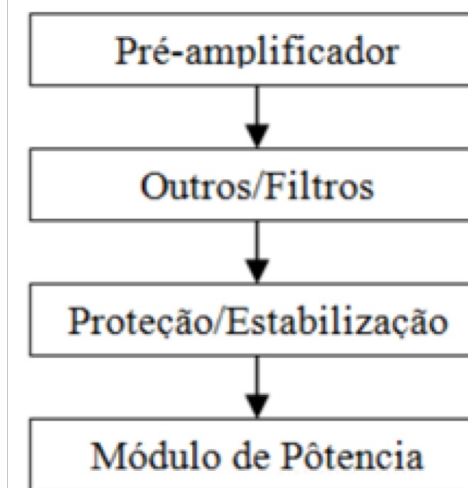
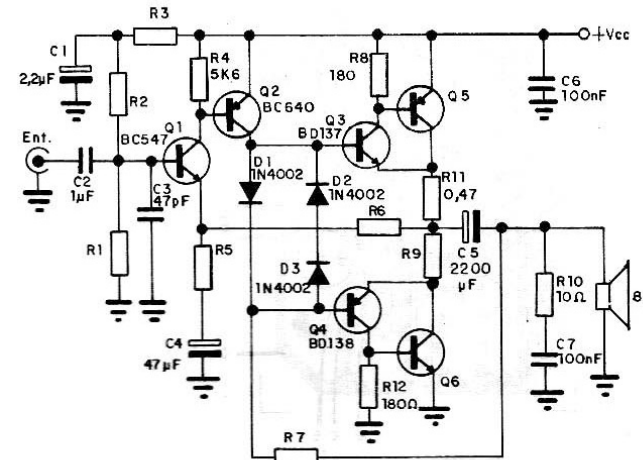
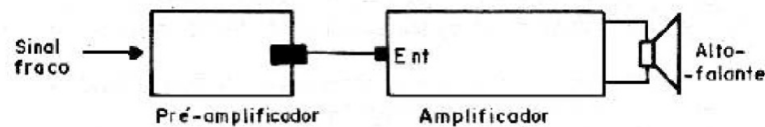
Abordagem via Part Stress Analysis

João Pedro Samarino  
Walter Fonseca de Magalhães  
Paulo Cirino Ribeiro Neto

# O Circuito Eletrônico

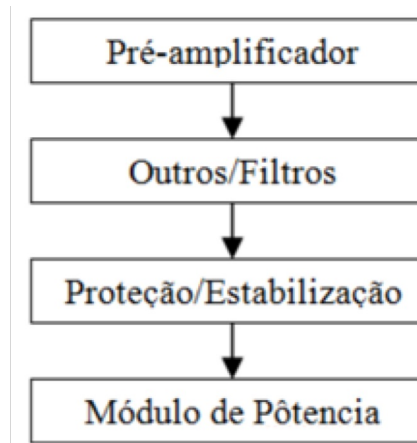
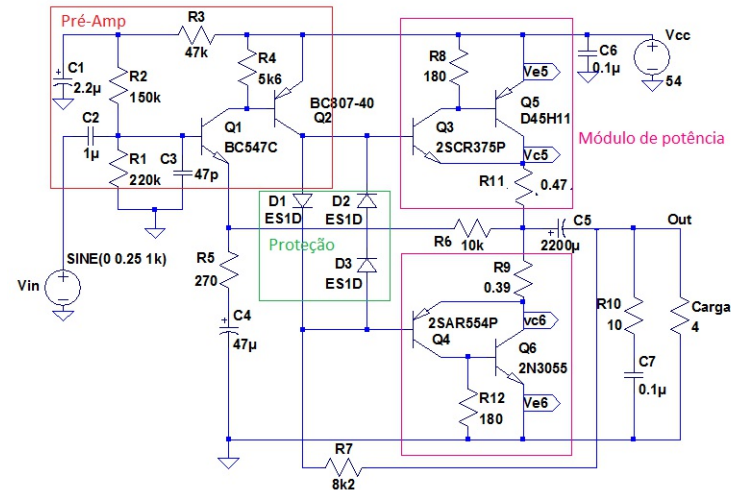
## Amplificador de Audio

- O Som é definido por intensidade, altura e timbre ;
- Da ganho em um som mantendo a maior parte do som original;
- Amplificador da Classe **AB**;
- Rendimento teórico de 78,5% e ângulo de condução próximo a 180°



# Simulações

- Utilização dos Softwares Matalab e LTSpice para execução das simulações;
- Simulações por blocos;
- Limite superior de funcionamento de 35W;



# A Metodologia

## Part Stress Analysis

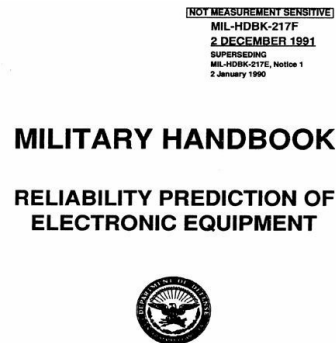
- Baseado na norma Militar **MIL-HDBK\_217FI**;
- Expressada como um somatório da contribuição de cada componente submetido aos fatores que o caracterizam;
- Leva em consideração aspectos físicos e de condição de uso;

$$\lambda_{sys} = \sum_{i=1}^n (\lambda_{g_i} \cdot \pi_{f_i})$$

---

# Modelo de Confiabilidade

- Utilizado o modelo de confiabilidade exponencial;
- Modelagem dos componentes :
  - Diodo;
  - Transistor;
  - Resistor;
  - Capacitor Eletrolítico;
  - Capacitor Cerâmico.
- Utilização da metodologia presente no *MIL-HDBK 217F NOTICE 2*;
- Dados de resistência térmica dos transistores foram retirados dos respectivos *datasheets*.



AMSC N/A  
DISTRIBUTION STATEMENT A: Approved for public release; distribution unlimited.

(FSC-REL)

# Confiabilidade dos Componentes

## Resistor :

$$\lambda_p = \lambda_B \cdot \pi_P \cdot \pi_Q \cdot \pi_E \cdot \pi_T \cdot \pi_S$$

## Capacitor :

$$\lambda_p = \lambda_B \cdot \pi_T \cdot \pi_C \cdot \pi_V \cdot \pi_E \cdot \pi_Q$$

## Diodo :

$$\lambda_p = \lambda_B \cdot \pi_T \cdot \pi_C \cdot \pi_V \cdot \pi_E \cdot \pi_Q$$

## Transistor :

$$\lambda_p = \lambda_B \cdot \pi_T \cdot \pi_P \cdot \pi_S \cdot \pi_E \cdot \pi_Q$$

$$R(t) = e^{-\lambda_p/10^6}$$

$\lambda_B$  : Taxa de falha base;

$\lambda_p$  : Estimativa da taxa do componente resistor;

$\pi_V$  : Fator de Stress devido a tensão;

$\pi_C$  : Fator referente a construção;

$\pi_Q$  : Fator de qualidade;

$\pi_S$  : Fator referente à Stress;

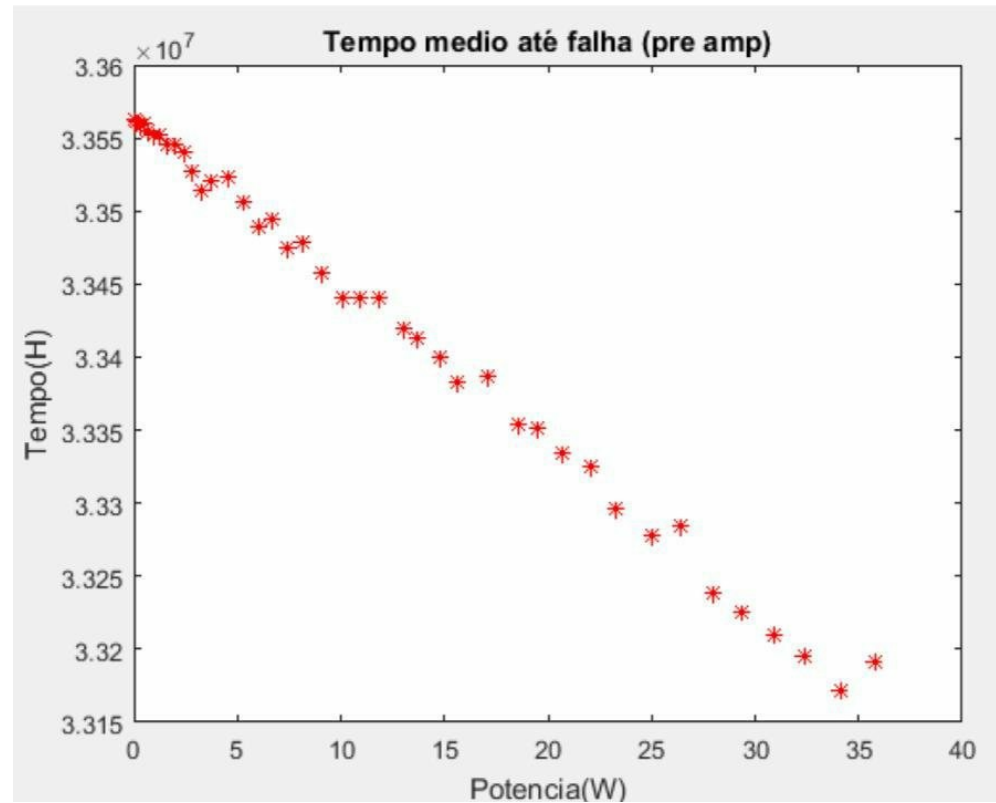
$\pi_P$  : Fator referente a potência;

$\pi_T$  : Fator de Temperatura;

$\pi_E$  : Fator de Ambiental.

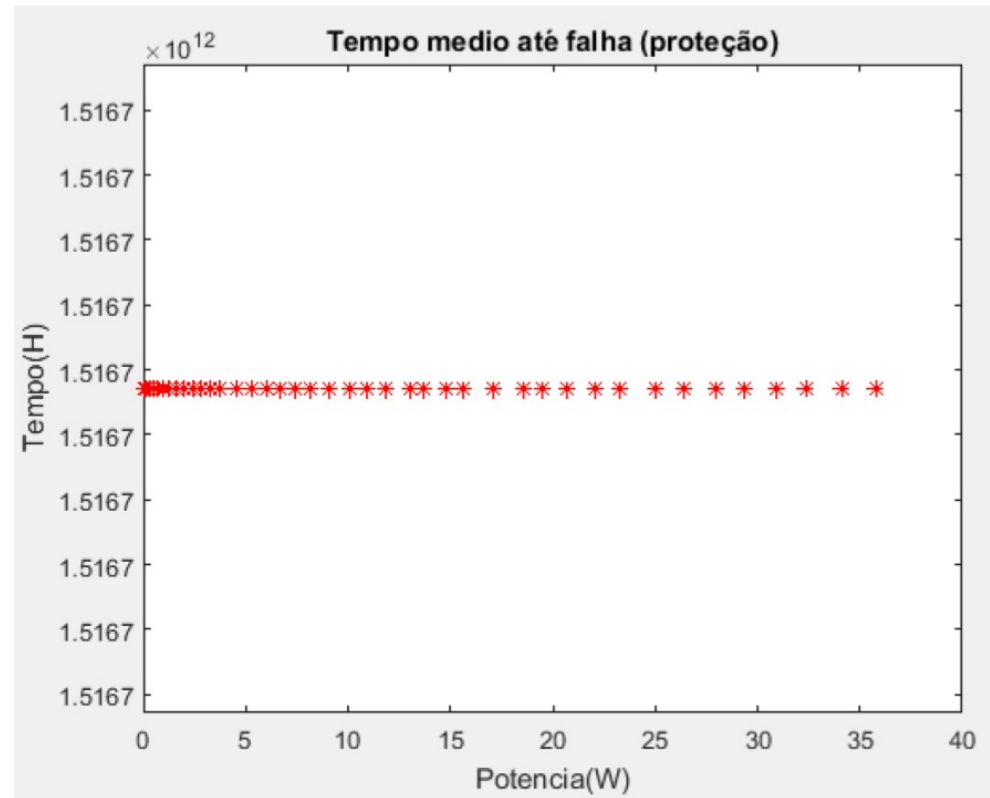
# Experimento

## Pré-Amplificador



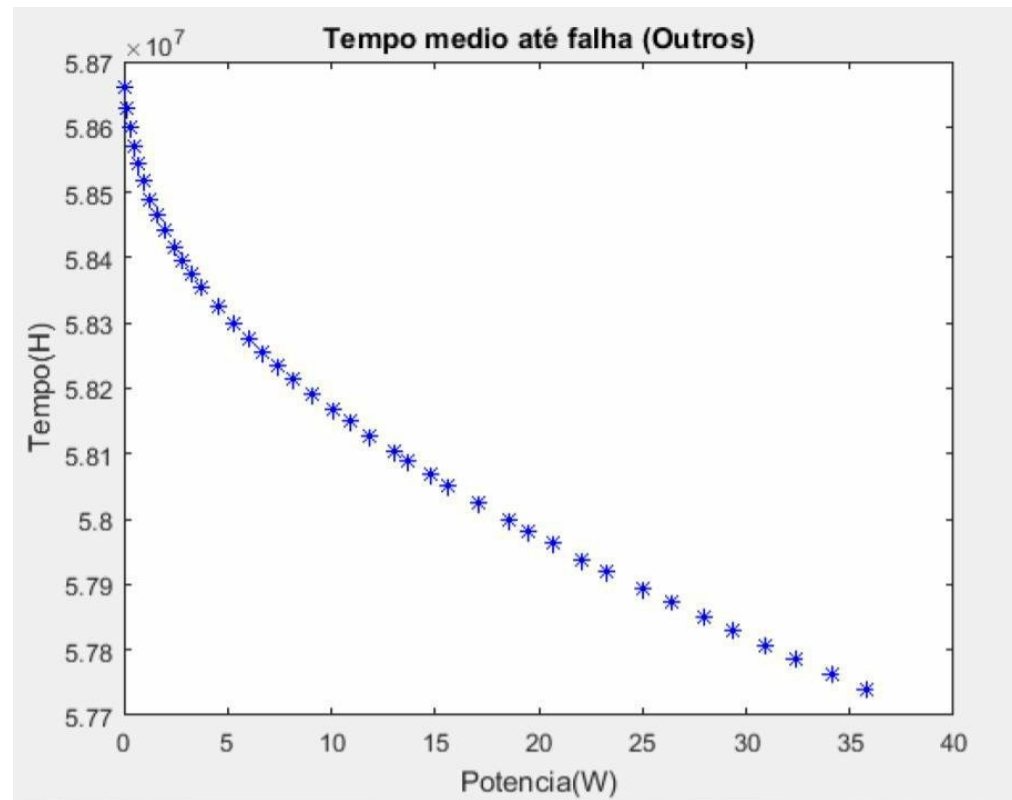
# Experimento

## Proteção/estabilização



# Experimento

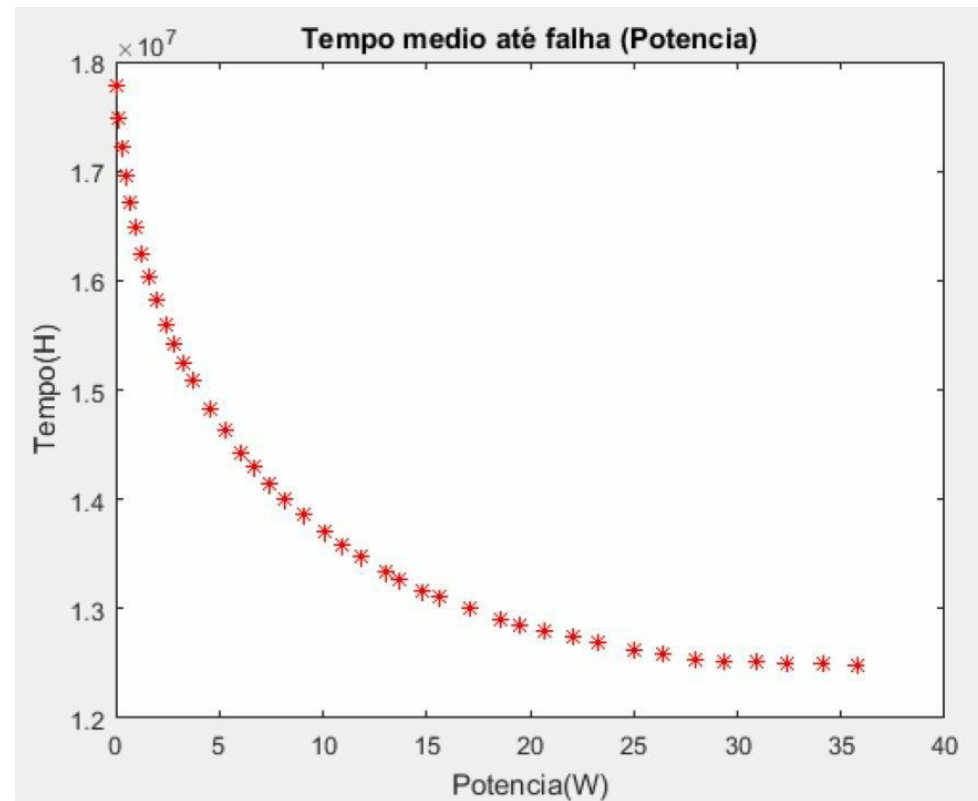
Outros componentes/filtros:





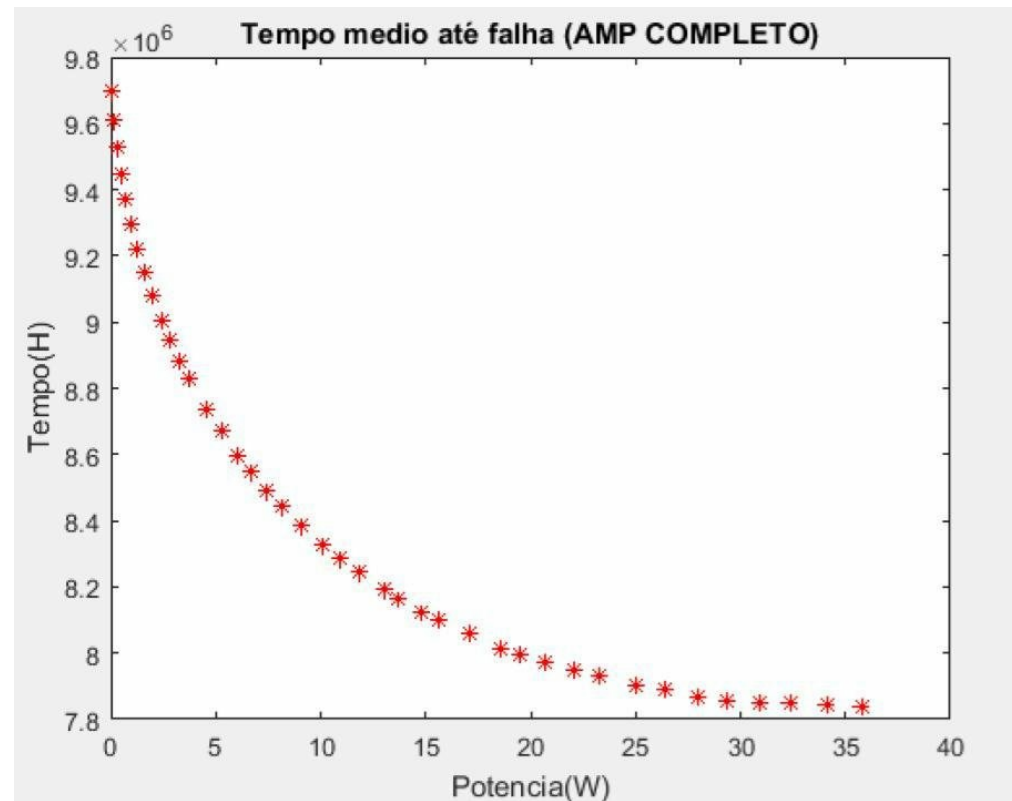
# Experimento

## Estágio de Potência



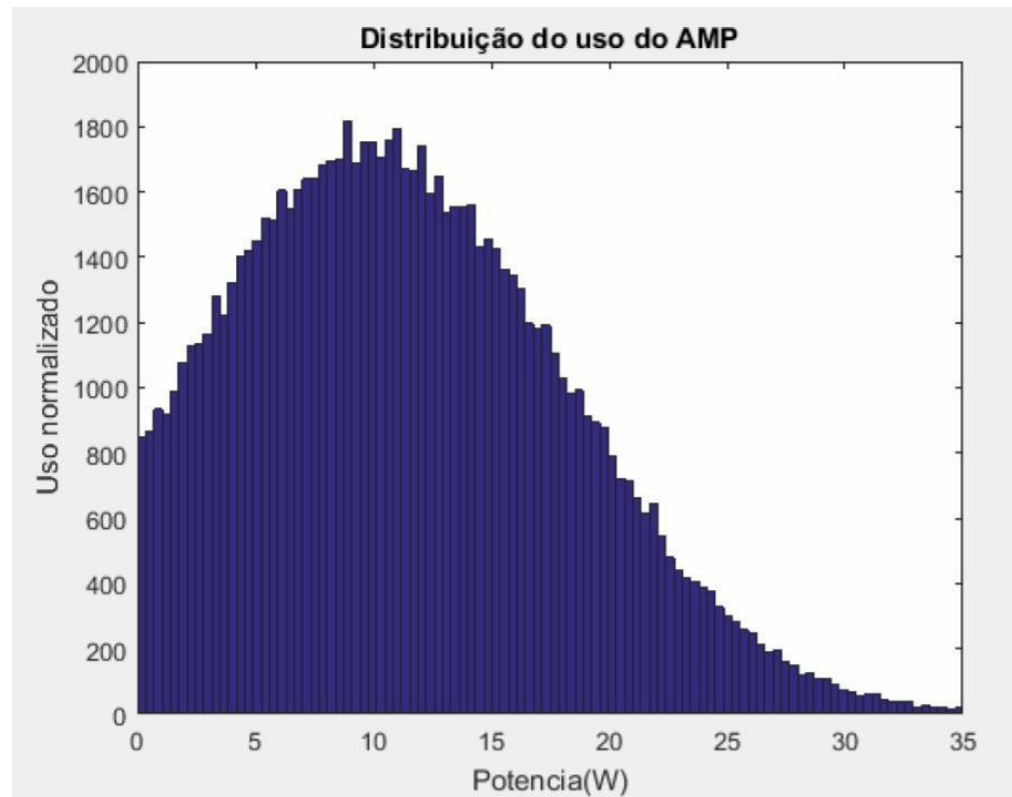
# Experimento

Tempo até Falha Sistema Completo



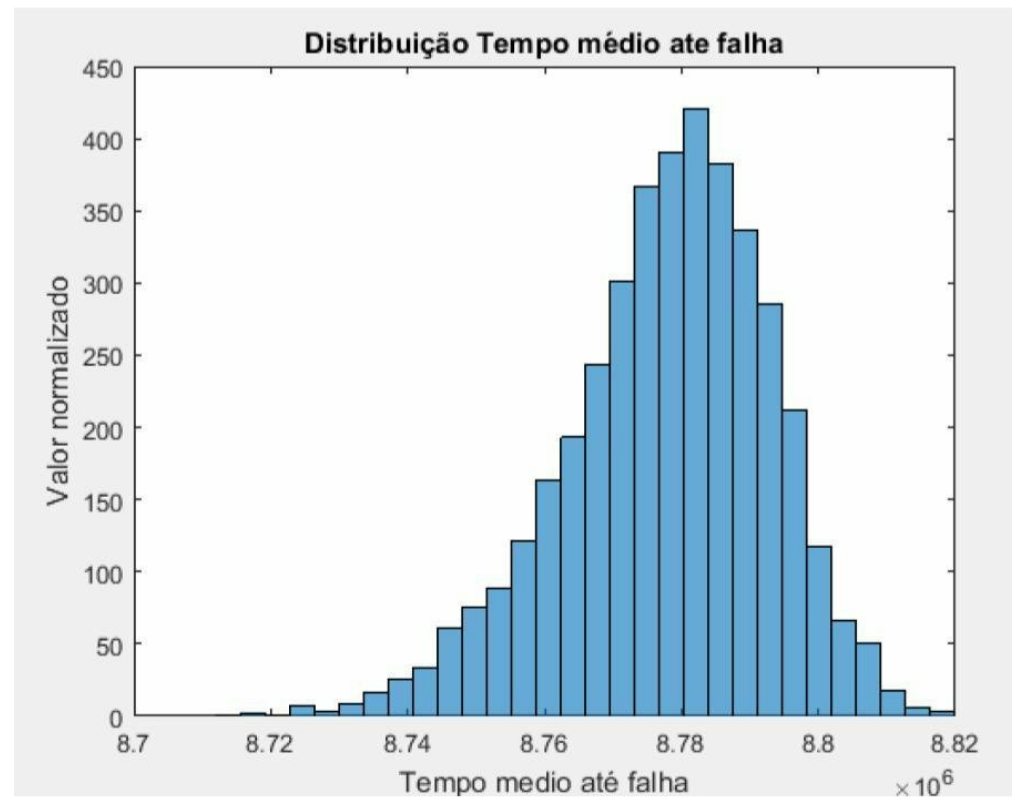
# Experimento

## Distribuição do uso



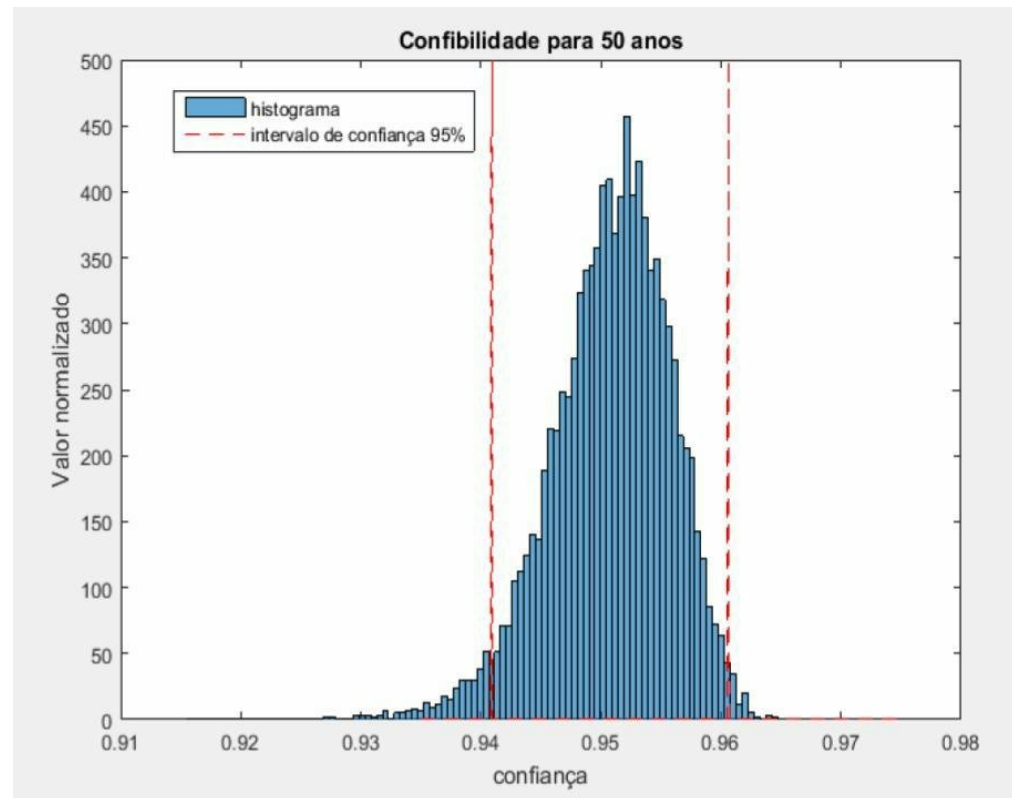
# Experimento

Distribuição de Tempo até falha



# Experimento

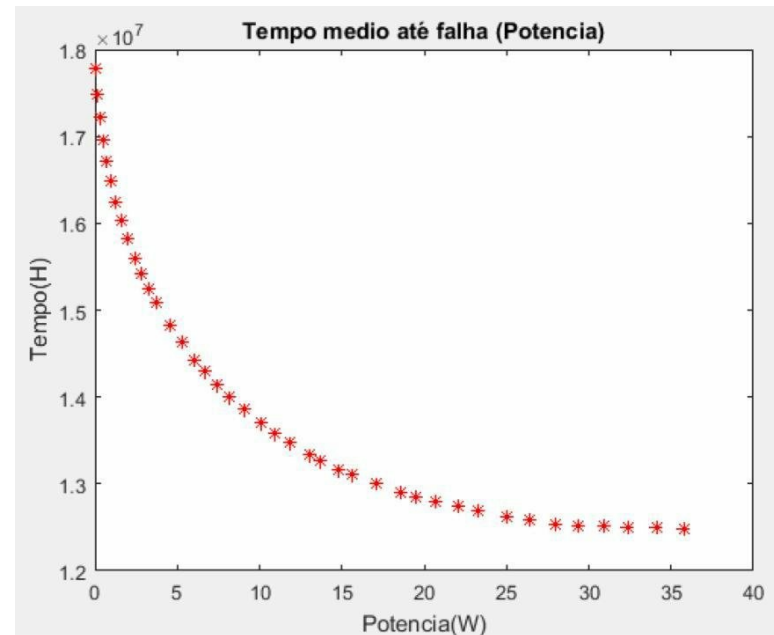
Confiabilidade para 50 anos



# Proposta de Melhoria

Melhorias:

- Transistor com maior capacidade de dissipação;
- Ex :
  - NJW0281G;
  - NJW0302G.
- Resistência Térmica de  $0.8^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ;
- Temperatura do Amplificador em  $35^{\circ}\text{C}$ .



# Obrigado

João Pedro  
Samarino

Walter Fonseca  
de Magalhães

Paulo Cirino  
Ribeiro Neto