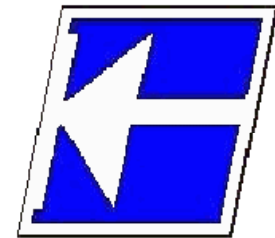

Centro Federal de Educação Tecnológica de
Santa Catarina

Curso Superior de Tecnologia em Sistemas Digitais

Trabalho de Conclusão de Curso



Sistema de Alimentação Ininterrupta controlado por Processador de Sinais Digitais

Proponente: Leonardo Gilberto Pinheiro

Orientador: Prof. Flávio A. B. Batista, Dr.

Co-Orientador: Prof. Clóvis A. Petry, Dr.

Florianópolis, dezembro de 2007

Estrutura do Trabalho

1. Introdução
 2. Objetivos
 3. Princípio de Funcionamento da UPS
 4. Descrição Geral da UPS
 5. Hardware
 6. Programação do DSP
 7. Resultados Experimentais
 8. Considerações Finais
-

1. Introdução

- Os sistemas de alimentação ininterrupta de energia, do inglês UPS (*Uninterruptable Power Supply*), têm sido procurados e utilizados pelas mais diversas áreas;
 - A UPS é um sistema eletrônico que tem a finalidade de manter a energia elétrica na carga de forma ininterrupta.
-

1. Introdução

- A UPS é composta de conversores estáticos podendo ser modelados para sistemas de controle;
 - Esses sistemas são controláveis através do DSP (Processador de Sinais Digitais);
 - A utilização da UPS como kit didático partiu da constatação da capacidade de processamento do DSP.
-

1.1 Justificativa

- Possuir estruturas conversoras em um único sistema;
 - Auxiliar acadêmicos e professores em atividades práticas nas aulas de DSP aplicado ao Controle;
 - Maior utilização da capacidade dos kits de DSP;
 - Kits disponíveis no mercado são de alto custo e de difícil acesso.
-

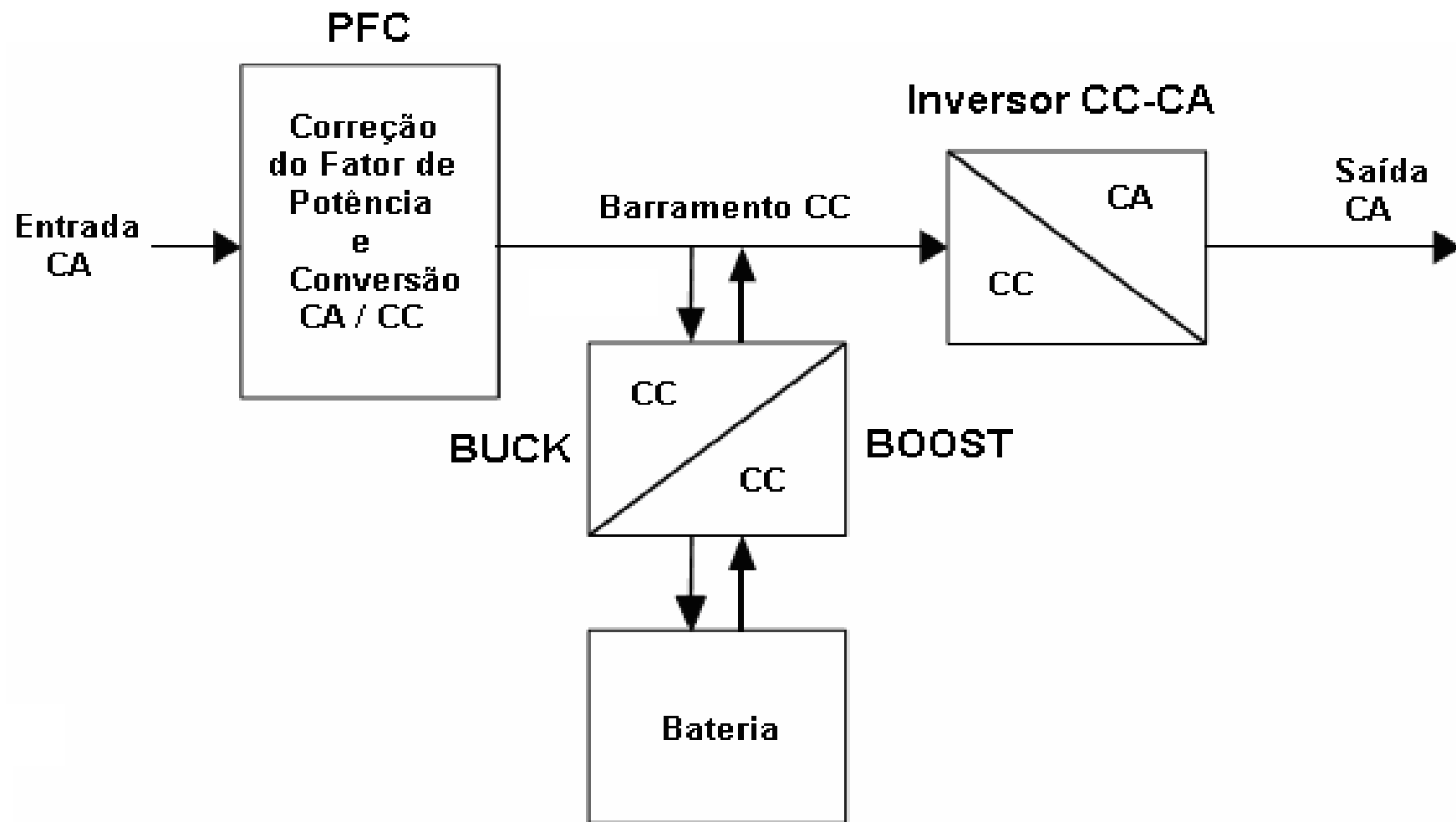
1.2 Definição do Problema

- Desenvolvimento de projetos de controladores digitais que atuam numa planta analógica.
 - A planta analógica não apresenta características dos processos encontrados na prática.
 - Pode-se então desenvolver um sistema real como a UPS, explorando as várias potencialidades do processador que ao mesmo tempo sirva de kit didático para as aulas da disciplina de DSP aplicado ao Controle?
-

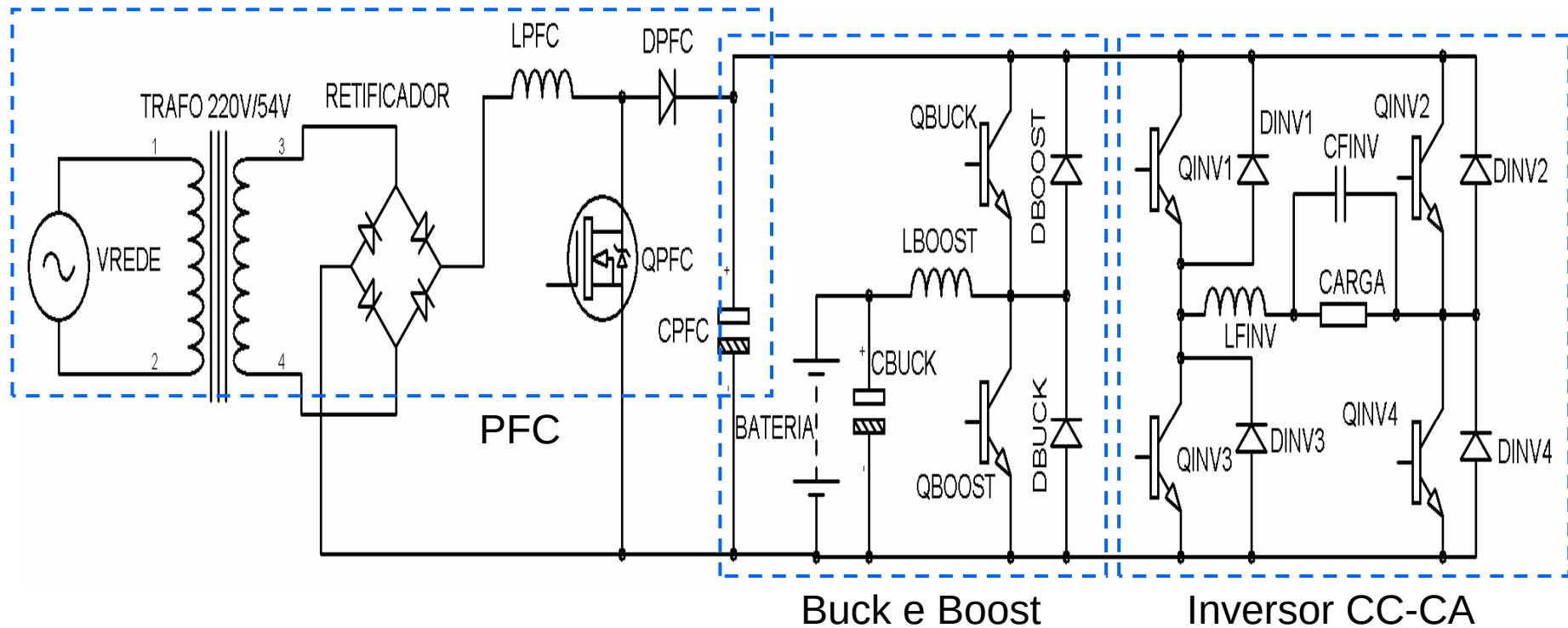
2. Objetivos

- Desenvolver um sistema eletrônico para aplicações de controle digital por DSP que será utilizado como kit didático;
 - Realizar o controle individual ou simultâneo dos conversores estáticos;
 - Elaborar a programação no DSP para esse controle.
-

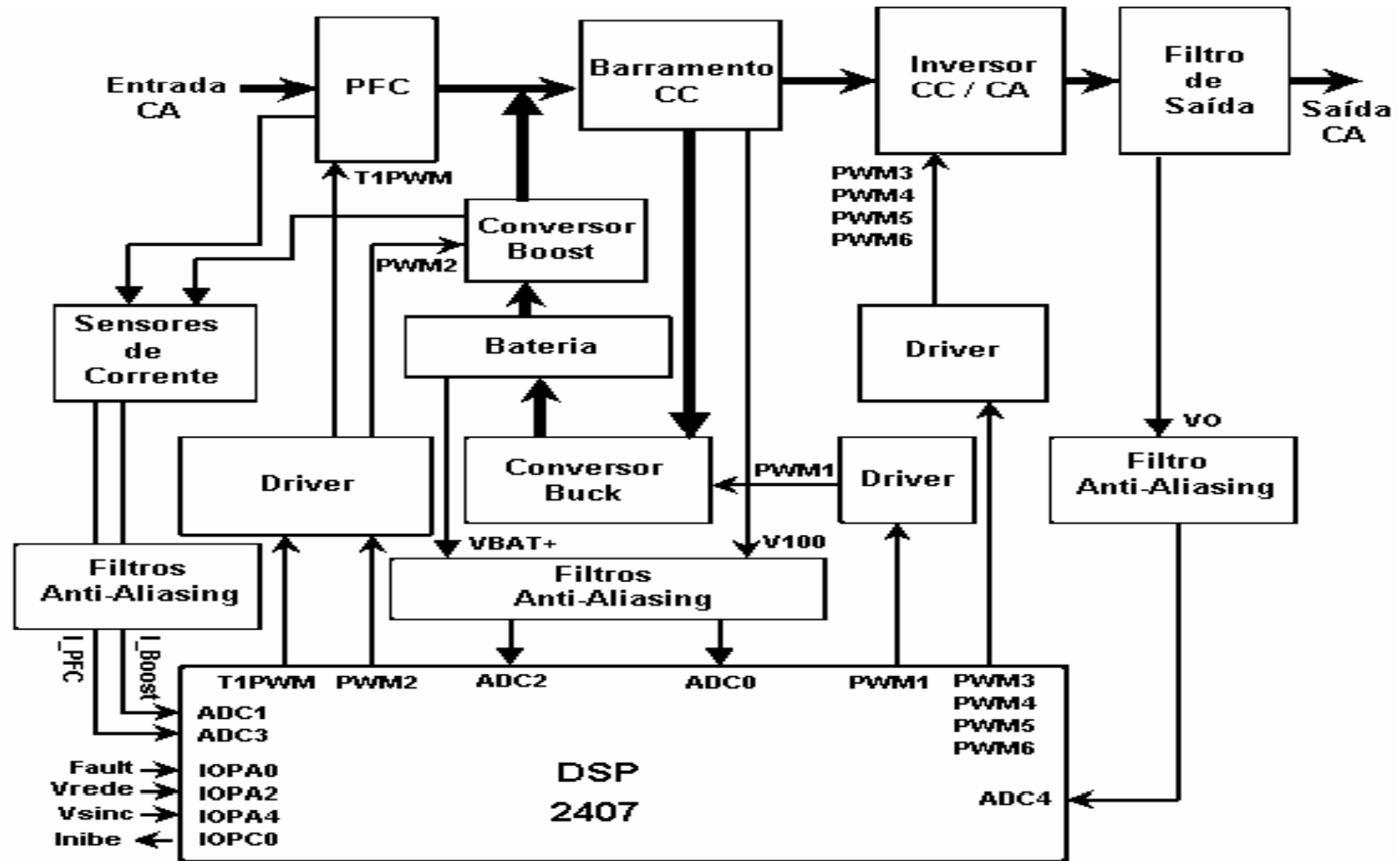
3. Princípio de Funcionamento da UPS



3. Princípio de Funcionamento da UPS



4. Descrição Geral da UPS



5. Hardware

- Fontes Auxiliares – Alimentação dos sensores de corrente, amp-op, buffers;
 - Circuito de Pré-Carga – Atenuação de picos de corrente no PFC;
 - Circuito de Sincronismo – Detecção do início do semiciclo positivo da rede CA;
-

5. Hardware

- Circuito Detector de Rede – Identifica a presença ou ausência da rede;
 - Estágio de Potência – Módulo de Potência FSBS10HC60 (*Buck, Boost, Inversor CC-CA*) e IRF640 (PFC);
 - Filtros *Anti-Aliasing* – Evita amostras incorretas de sinais para o DSP.
-

5. Hardware

- Amostragem de Correntes – Sensor de Corrente LTS6-NP;
 - Circuitos de Comando e de Proteção:
 - CI's 7407 que adaptam o sinais de PWM para acionar as chaves;
 - Lógica INIBE com CI's 4081 (lógica E) para bloqueio das chaves.
-

6. Programação do DSP

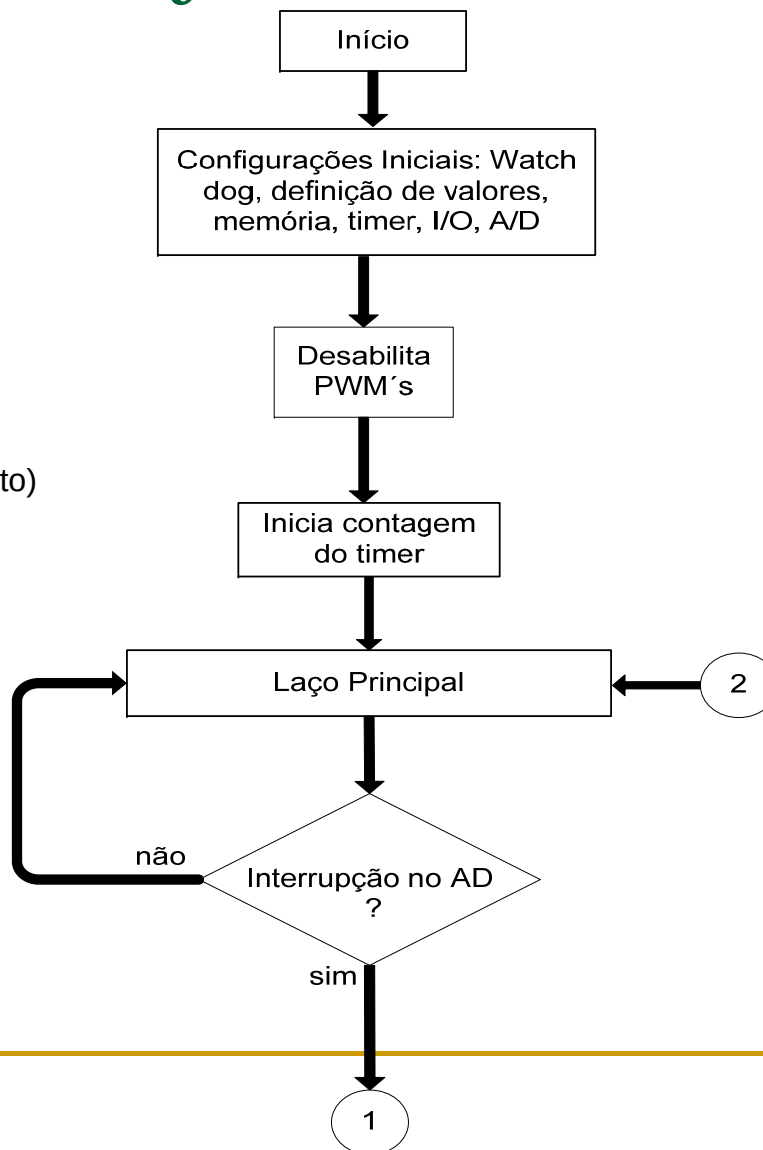
- DSP utilizado: TMS320LF2407 (kit ezDSP)
 - ❑ Ciclo de instrução de 25ns;
 - ❑ 32k de palavras de 16bits de E²PROM;
 - ❑ 2,5k de palavras de 16bits de RAM;
 - ❑ Dois *timers* de 16 bits;
 - ❑ Oito canais de PWM de 16 bits;
 - ❑ Conversor Analógico-Digital de 10bits com 8 ou 16 entradas multiplexadas e tempo de conversão de aproximadamente 500ns.
- Programação desenvolvida em linguagem Assembly;

6. Programação do DSP

■ Loop Principal;

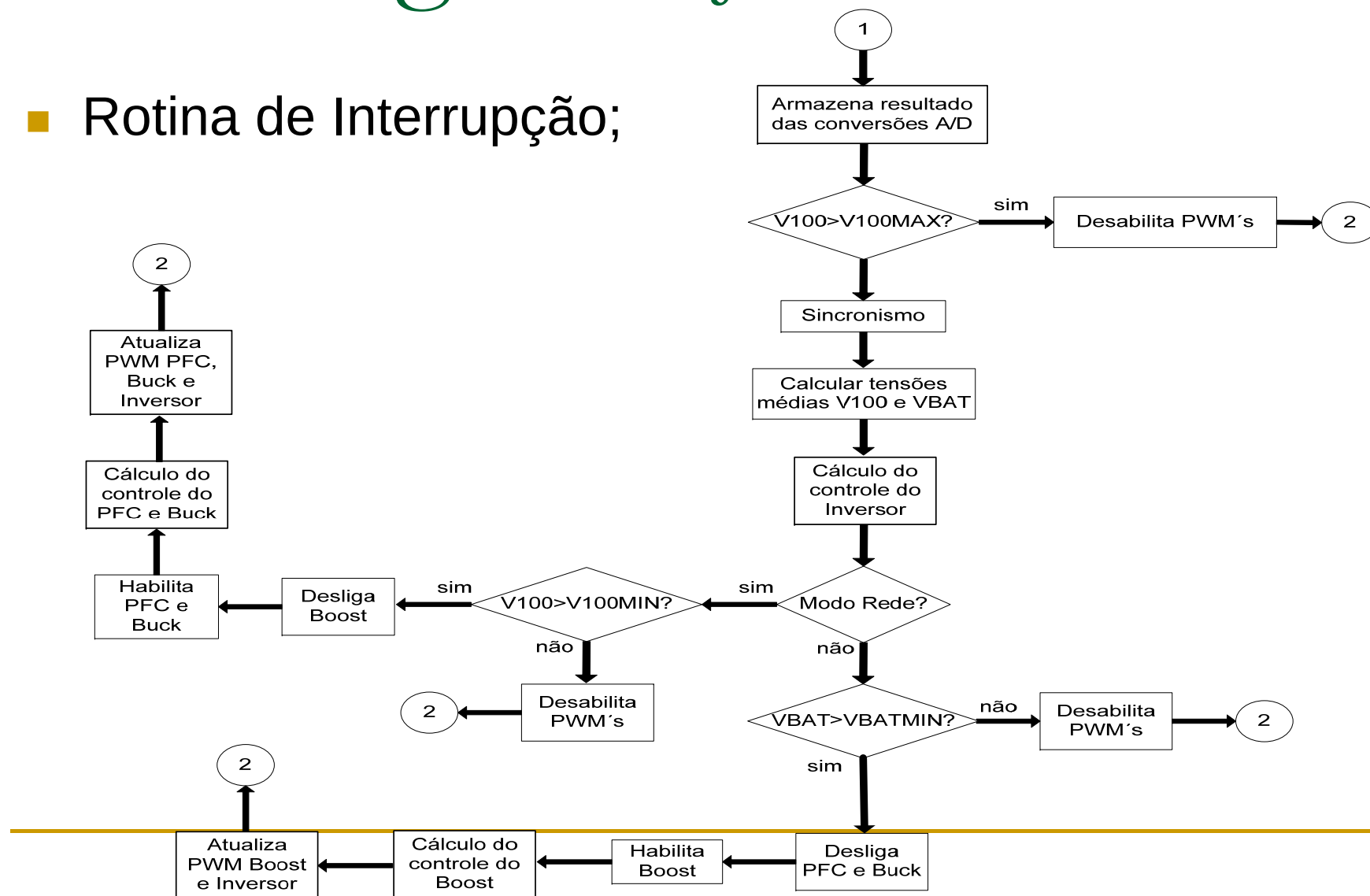
1 Inicia Rotina de Interrupção

2 Final da rotina de interrupção (restaura contexto)



6. Programação do DSP

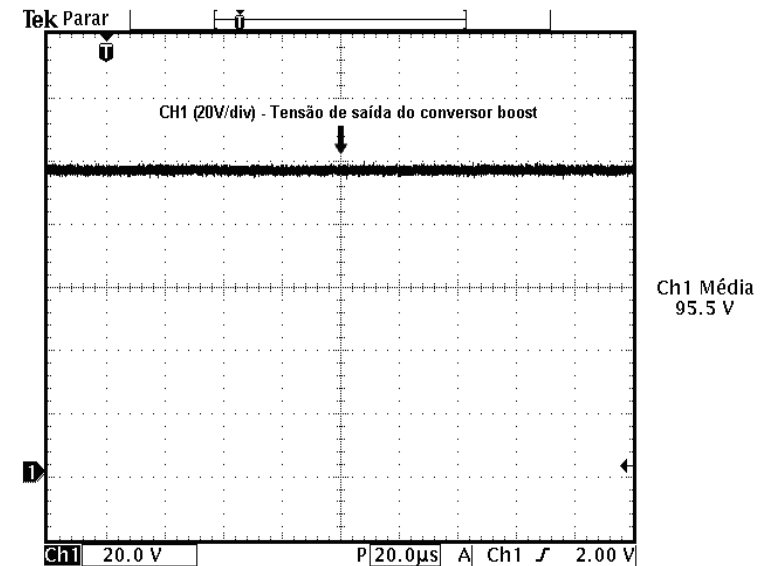
■ Rotina de Interrupção;



7. Resultados Experimentais

■ Testes com o Conversor Elevador (*Boost*)

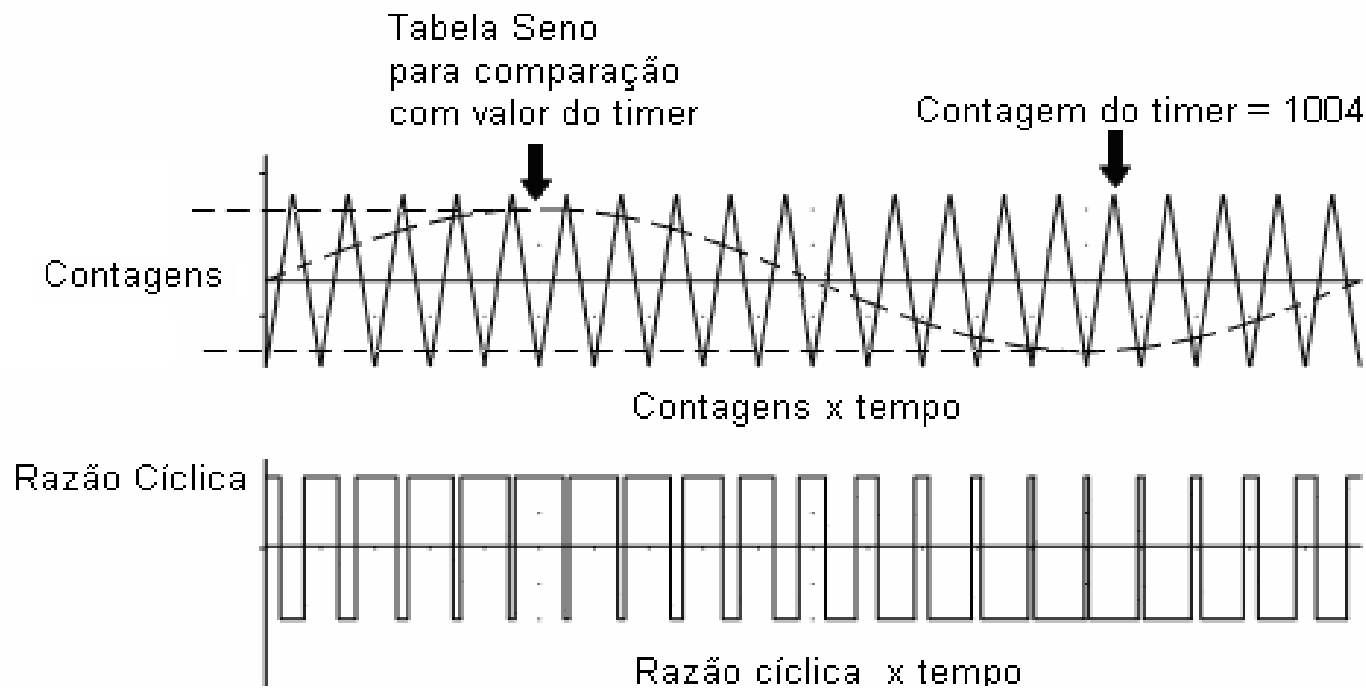
- ❑ Tensão de Entrada: 24V
- ❑ Razão Cíclica de 76%
- ❑ Tensão de Saída: 95,5V
- ❑ Teoria do *Boost*: $\frac{V_o}{E} = \frac{1}{1-D}$



- ❑ $V_o = 100V$ para $E = 24V$ e $D=0,76$

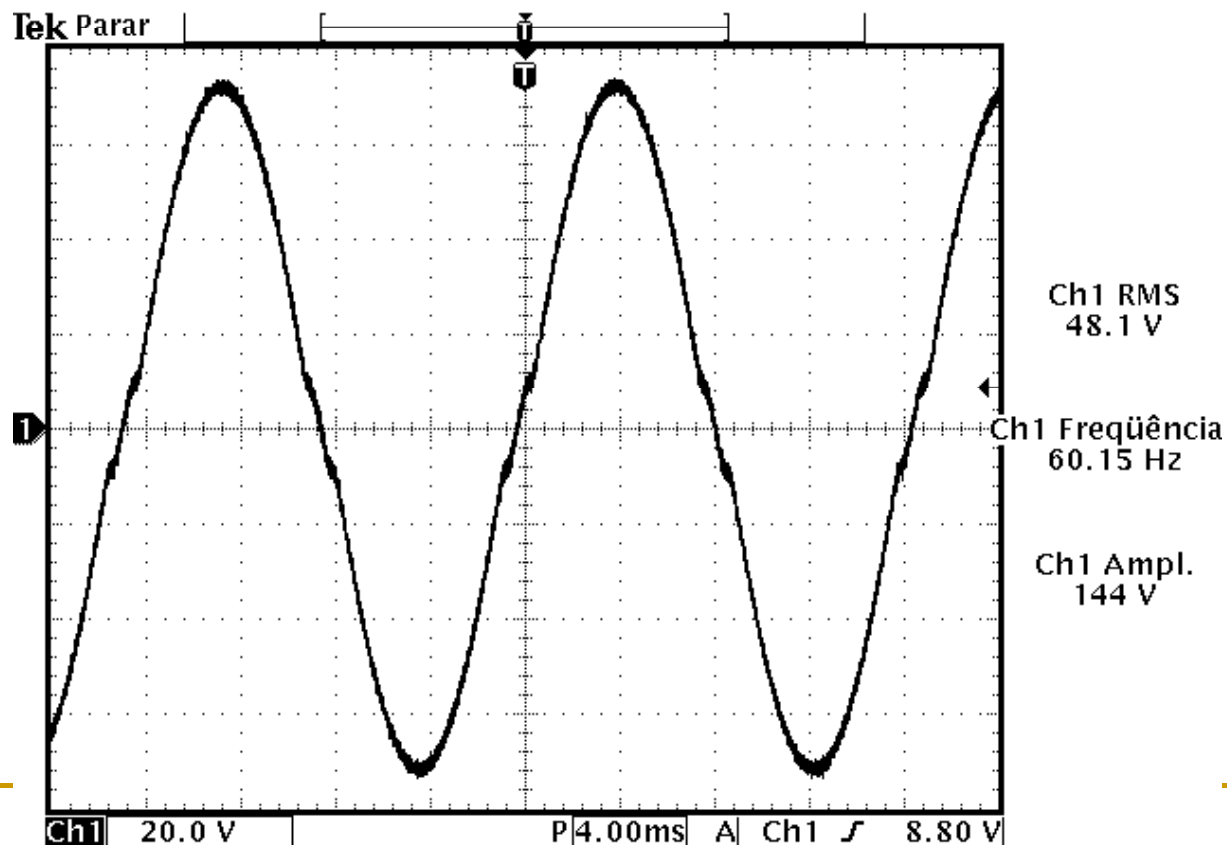
7. Resultados Experimentais

- Testes com o Inversor CC-CA
 - Geração do PWM para o Inversor CC-CA;



7. Resultados Experimentais

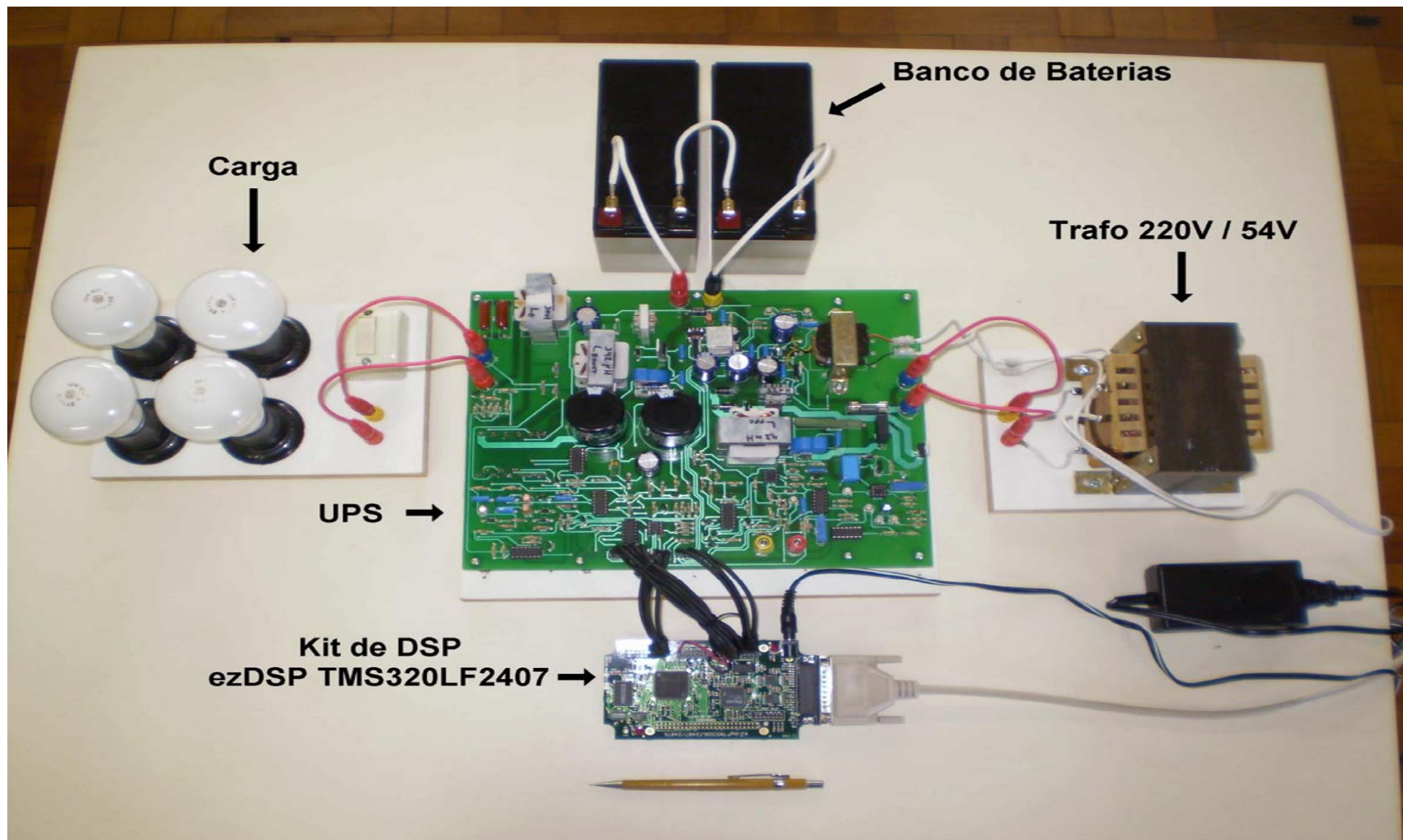
- Testes com o Inversor CC-CA
 - Tensão de Saída Filtrada do Inversor CC-CA;



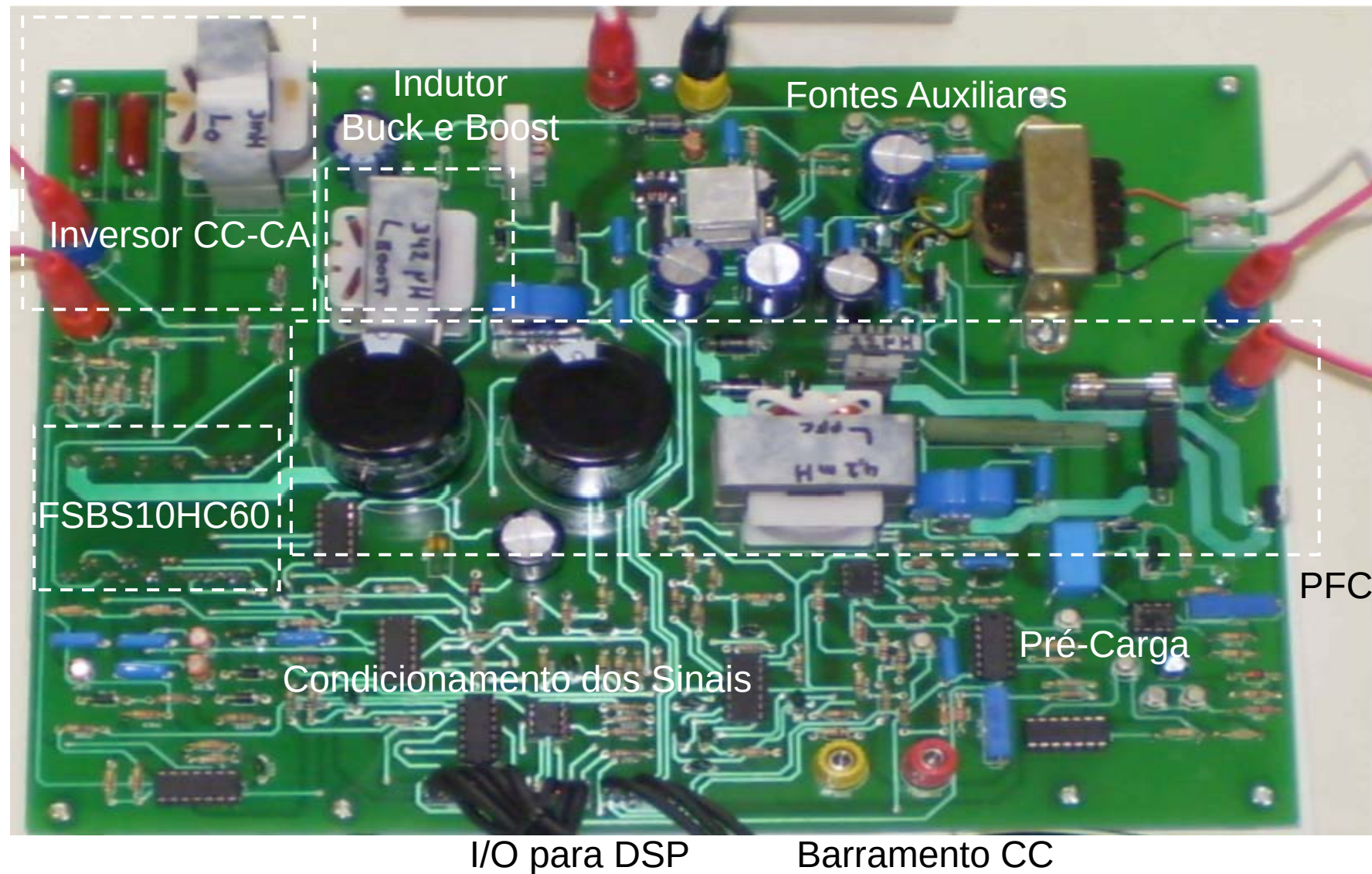
7. Resultados Experimentais

- Testes com o PFC (Conversor *Boost*)
 - Tensão de Entrada: 30V;
 - Razão Cíclica de 50%;
 - Tensão de Saída: 55,6V;
 - Testes em malha fechada de corrente
 - Grandes distorções na corrente de entrada;
 - Está sendo objeto de estudos atualmente.
-

Protótipo



Protótipo



8. Considerações Finais

- Hardware completo da UPS;
 - Programas de testes em malha aberta para maioria dos conversores;
 - Problemas na fonte auxiliar de -15V e lógica INIBE;
-

8. Considerações Finais

- O desenvolvimento dos programas de testes facilitarão outras programações dos controladores digitais;
 - Mesmo sem o cálculo de controle em malha fechada dos conversores, acredita-se que o DSP realizará a programação em tempo hábil.
 - Correções dos problemas encontrados e o desenvolvimento dos controladores digitais
-