

MINISTÉRIO DA DEFESA  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA  
Seção de Engenharia Elétrica e de Engenharia da Comunicação (SE/3)

## **PROJETO DE SISTEMAS EMBARCADOS**

Máquina de chop

Cap Renan Gelatti Chalegre  
1º Ten Djalma Teixeira dos Santos Junior

Rio de Janeiro, RJ  
Maio de 2025

# 1 Introdução e Objetivos

O presente trabalho descreve o desenvolvimento completo de um sistema automatizado para servir chopp utilizando como unidade central o microcontrolador PIC16F628A. Este componente possui características técnicas especialmente adequadas para aplicações de controle embarcado, incluindo sua arquitetura RISC de 8 bits com conjunto de 35 instruções, capacidade de operar em frequências de até 20MHz e baixo consumo energético (2.0V a 5.5V). O PIC16F628A oferece 3.5KB de memória Flash para armazenamento do programa, 224 bytes de RAM e 128 bytes de EEPROM, além de periféricos integrados como temporizadores e interface USART. Um aspecto particularmente relevante seria a possibilidade de desabilitar a função MCLR (porém não foi necessário), liberando o pino RA5 para uso como saída digital comum. Os principais objetivos do projeto incluíram a implementação de uma interface utilizando apenas um botão físico para todas as operações, sendo ela rolagem para seleção da cerveja e confirmação, o desenvolvimento de um algoritmo para reconhecimento de pressionamentos curtos e longos, a criação de um sistema de feedback visual através de LEDs e display LCD, além da validação completa da solução tanto em ambiente simulado quanto na implementação física em protoboard.

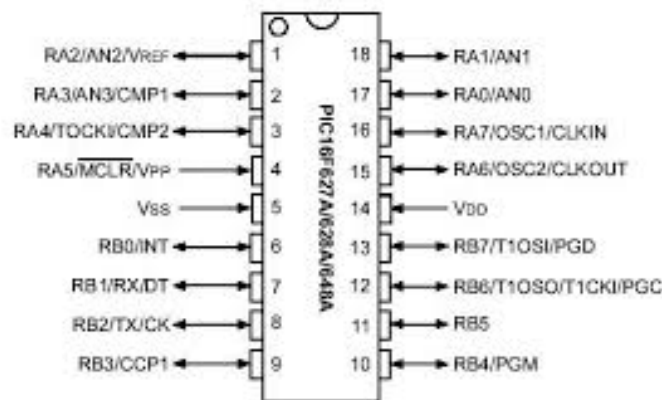


Figura 1: PIC16F628A

## 2 Componentes e Especificações Técnicas

O sistema foi implementado com um conjunto de componentes eletrônicos sendo o núcleo do projeto um microcontrolador PIC16F628A acompanhado de um cristal oscilador de 12MHz com dois capacitores cerâmicos de 22pF para garantir precisão no clock do sistema. Para a interface com o usuário, foi empregado um display LCD 16x2 com ajuste de contraste através de um potenciômetro de 100k. Quatro LEDs foram utilizados para indicação visual das marcas disponíveis (Heineken no pino RA2, Skol no RA3, Brahma no RA4 e Antarctica no RA0), enquanto a navegação ficou a cargo de um único botão conectado ao pino RA1 com resistor pull-up. Todos os LEDs foram protegidos com resistores de 220 para limitação de corrente, e o sistema foi alimentado por uma fonte estável de 5V.

### 3 Desenvolvimento e Implementação

O desenvolvimento do projeto seguiu uma metodologia estruturada em três etapas principais. A primeira fase consistiu em simulações virtuais realizadas no Proteus para verificação do circuito eletrônico e PICsimlab para validação do comportamento lógico. O fluxo de operação é executado em quatro estados distintos: estado INICIAL com mensagem de boas-vindas por 5 segundos, estado ESCOLHACHOP para seleção entre as quatro marcas de cerveja, estado ESCOLHATAMANHO para definição do tamanho da dose (Pequeno/3s, Médio/5s, Grande/7s) e estado AGUARDE para simulação do processo de servir com acionamento do LED correspondente. Durante a implementação física em protoboard, vários ajustes foram necessários, incluindo a substituição do uso do pino RA5/MCLR pelo RA0, ao invés da configuração específica no código (pragma config MCLRE = OFF) para desabilitar o MCLRE e a correção do potenciômetro de contraste do LCD de 1k para 100k.

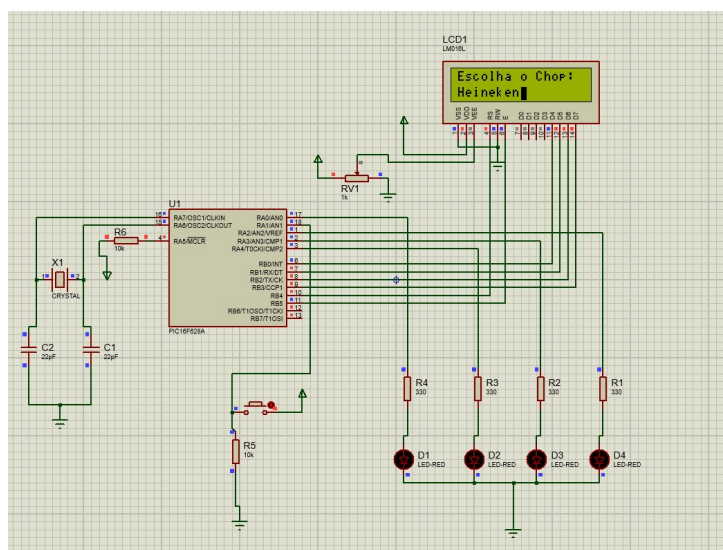


Figura 2: Esquemático do circuito

### 4 Funcionamento da Máquina

A máquina de chopp funciona de forma simples e intuitiva, utilizando apenas um botão e um visor de LED. Ao ser ligada, a máquina exibe uma mensagem de boas-vindas no visor. Em seguida, mostra no LED os sabores disponíveis. O usuário pode pressionar o botão rapidamente para alternar entre os sabores ou segurar o botão por 3 segundos para confirmar a escolha. Depois da seleção do sabor, a máquina exibe os tamanhos da bebida (pequeno, médio ou grande). O processo de escolha é o mesmo: apertar rapidamente para mudar e segurar por 3 segundos para confirmar.

Após a escolha do tamanho, a máquina começa a liberar o chopp de forma automática. Um LED acende indicando o sabor selecionado e permanece aceso durante toda a liberação do líquido. O tempo de saída do chopp varia de acordo com o tamanho escolhido: 3 segundos para o copo pequeno, 5 segundos para o médio e 7 segundos para o grande. Ao final do processo, a máquina volta para a tela inicial, pronta para um novo atendimento.

## 5 Conclusão

O desenvolvimento da máquina de chopp automatizada demonstrou a eficácia da aplicação prática de sistemas embarcados em soluções simples e funcionais. A proposta de utilizar um único botão para todas as interações com o usuário foi bem-sucedida, oferecendo uma experiência intuitiva e objetiva, desde a seleção do sabor até a definição do tamanho da bebida. O uso de LEDs e display LCD proporcionou um feedback visual eficiente, enquanto o controle de tempo garantiu precisão no volume servido.

Um destaque importante foi a utilização dos softwares Proteus e PICsimlab nas etapas iniciais do projeto. O Proteus possibilitou a simulação completa do circuito eletrônico, permitindo a identificação e correção de possíveis falhas de conexão e funcionamento antes da montagem física. Já o PICsimlab foi essencial para validar a lógica do programa embarcado no microcontrolador PIC16F628A, simulando com precisão os estados de operação e o comportamento dos componentes. Essas simulações contribuíram para reduzir erros, economizar recursos e agilizar a fase de testes em laboratório.

A montagem final em protoboard confirmou a funcionalidade do sistema, mostrando que a abordagem adotada é viável e eficaz. O projeto também abre espaço para futuras melhorias, como a adição de sensores, expansão de opções de bebidas e ajustes automáticos de volume, reforçando o potencial da automação em aplicações cotidianas.