

Relógio Digital: Implementação de Alarme em BeagleBone Black com Interface LCD

Monalisa S. Bezerra, Thiago Werley Bandeira da Silva

¹Universidade Federal do Ceará (UFC)
CEP 63.902-580 – Ceará – CE – Brasil

monasilva@alu.ufc.br, thiago.b.silva@ee.ufcg.edu.br

Abstract. *This work discusses the development of a digital clock with an alarm function using the BeagleBone Black Rev C board, which is based on the AM3358 processor that integrates an ARM Cortex A8 core, and a 16x2 LCD display as a visualization interface. The project aims to build an accurate and interactive time control system, allowing manual configuration of the hour, minute, second and alarm activation through a menu on the display. Clock and alarm monitoring is handled by BeagleBone, which acts as a central processor. While current time and alarm status information is printed by LCD. Furthermore, the system integrates the audible alert function (alarm), which is activated at the time programmed by the user. Furthermore, the modular architecture and the incorporation of electronic components provide a customizable and effective device, in addition to having the ability to add functionalities.*

Resumo. *Este trabalho trata sobre o desenvolvimento de um relógio digital com função de alarme utilizando a placa BeagleBone Black Rev C, que é baseada no processador AM3358 que integra um ARM Cortex A8 core, e um display LCD 16x2 como interface de visualização. O projeto visa construir um sistema de controle de tempo exato e interativo, consentindo a configuração manual da hora, minuto, segundo e ativação de alarme por meio de um menu no display. O monitoramento do relógio e do alarme é feito pela BeagleBone, enquanto as informações de horário atual e status do alarme são impressas pelo LCD.*

1. Introdução

Com o avanço do hardware embarcado, como a BeagleBone, tornou-se cada vez mais necessário construir dispositivos que ofereçam controle e visualização de tempo em tempo real, com interfaces personalizadas. Relógios digitais são exemplos de uma solução eficiente e acessível para a exibição de tempo.

Este projeto propõe o desenvolvimento de um relógio digital com alarme utilizando a BeagleBone, que desempenha o papel de unidade de processamento central. Um display LCD é utilizado como interface para exibição do horário e das configurações do alarme, proporcionando uma interação direta e intuitiva com o usuário. Além disso, o sistema permite a configuração manual do horário e do alerta sonoro (alarme), sendo ativado no horário programado pelo usuário. Dessa forma, o artigo apresenta a concepção e implementação do relógio digital com alarme, abordando a arquitetura do sistema e a integração dos componentes.

A escolha da beaglebone se deve por sua flexibilidade, ampla capacidade de processamento e de interfaces para conexão de periféricos, tornando-a ideal para projetos de sistemas embarcados que exigem interação entre hardware e software. Ademais, a arquitetura modular e a incorporação dos componentes eletrônicos proporcionam um artifício personalizável e eficaz, além de possuir capacidade de adição de funcionalidades.

2. Plano de construção do circuito

2.1. Componentes principais

- **BeagleBone Black:** Serve como a unidade de controle central, que processa os dados e executa o código responsável pelo funcionamento do relógio e do alarme.
- **Display LCD:** Usado para exibir as informações do relógio e as configurações do alarme (horário, modo de configuração).
- **Botões (FMT, SEL, SET, ALARM):** Os botões são utilizados para interação com o sistema, permitindo que o usuário ajuste o formato do relógio, selecione opções, defina o alarme, e ative/desative o alarme.
- **Buzzer (Alarme Sonoro):** Emite um som quando o alarme é ativado no horário configurado.
- **Resistores:** Utilizados para limitar a corrente nos botões e no buzzer, garantindo a operação segura dos componentes.
- **Potenciômetro:** Geralmente usado para ajustar o contraste do display LCD.

2.2. Conexões

- **BeagleBone Black → Display LCD:** Os pinos de dados e controle do LCD estão conectados à BeagleBone para permitir a comunicação e exibição dos dados.
- **BeagleBone Black → Botões:** Cada botão está conectado a um pino GPIO da BeagleBone, o que permite que a placa receba entradas do usuário e mude os modos de operação do relógio e alarme.
- **BeagleBone Black → Buzzer:** O buzzer é conectado a um pino GPIO que será ativado quando o alarme for disparado, emitindo um som.
- **Alimentação e GND:** Todos os componentes compartilham as conexões de alimentação e terra com a BeagleBone.

3. Metodologia

A metodologia deste projeto segue uma abordagem sistemática que engloba a definição dos requisitos, a arquitetura do sistema, o desenvolvimento de software, a integração com hardware e os testes de validação. O objetivo é criar um relógio digital com alarme, utilizando a BeagleBone Black como unidade de processamento central e um display LCD para interface com o usuário.

3.1. Definição dos Requisitos Funcionais e Não Funcionais

O primeiro passo foi identificar os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Os requisitos funcionais incluem a exibição do horário atual em tempo real, a possibilidade de ajuste manual das horas, minutos e segundos, bem como a configuração de um alarme com ativação de alerta sonoro. Esses requisitos definem o comportamento básico que o sistema deve fornecer.

Entre os requisitos não funcionais, destaca-se a utilização da BeagleBone Black como unidade de processamento, sendo esta escolhida pela sua flexibilidade e capacidade de integrar múltiplos periféricos. A interface com o usuário deve ser intuitiva, utilizando um display LCD, e o sistema deve ser expansível para futuras adições de funcionalidades, como a sincronização com redes para atualização automática do horário.

3.2. Arquitetura do Sistema

A arquitetura do sistema é composta por dois elementos principais: a unidade de processamento central e a interface de usuário.

- **Unidade de Processamento Central:** A BeagleBone Black desempenha o papel de controlador central, responsável por executar a lógica do sistema, que inclui o controle do relógio e a ativação do alarme.
- **Interface de Usuário:** O display LCD exibe as informações de tempo e as opções de configuração do alarme. A interação com o usuário se dá por meio de botões ou uma interface touch, que permitem ajustar o relógio e o alarme.

A arquitetura proposta é modular, o que facilita a adição de novas funcionalidades e a expansão do projeto no futuro.

3.3. Integração de Hardware e Software

A integração de hardware e software foi realizada conectando os componentes eletrônicos à BeagleBone Black. O display LCD foi integrado ao sistema para exibir o horário e as opções de configuração de maneira clara e acessível ao usuário. Para a entrada de comandos, foram utilizados botões físicos conectados à BeagleBone, permitindo a configuração manual do relógio e do alarme. A parte do alarme foi implementada conectando um buzzer ou alto-falante à BeagleBone, ativado no horário programado pelo usuário.

3.4. Desenvolvimento do Software

O desenvolvimento de software foi baseado na implementação de uma Máquina de Estados Finitos (FSM) para controlar as diferentes operações do relógio. A FSM é composta pelos seguintes estados: exibição de hora, ajuste de hora, ajuste de minuto, ajuste de segundo, ajuste de alarme, e estado de alarme ativado. As transições entre esses estados são controladas por entradas do usuário, como os botões de ajuste e de configuração.

Os módulos do software foram divididos da seguinte maneira:

- **Módulo de Controle do Tempo:** Responsável por manter o tempo atualizado em horas, minutos e segundos, e exibi-lo no display LCD.
- **Módulo de Configuração de Horário:** Permite que o usuário ajuste o tempo manualmente, utilizando as transições da FSM (ajuste de hora, minuto e segundo).
- **Módulo de Configuração de Alarme:** Similar ao módulo de ajuste de horário, mas destinado à configuração do alarme.
- **Módulo de Alarme:** Monitora o tempo atual e ativa o alarme sonoro quando o horário programado for atingido.
- **Interface de Usuário:** Gerencia a interação entre o display LCD e o usuário, exibindo o tempo e as opções de configuração.

O software foi programado para operar de forma otimizada na BeagleBone Black, utilizando bibliotecas específicas para controlar o display LCD e o relógio em tempo real.

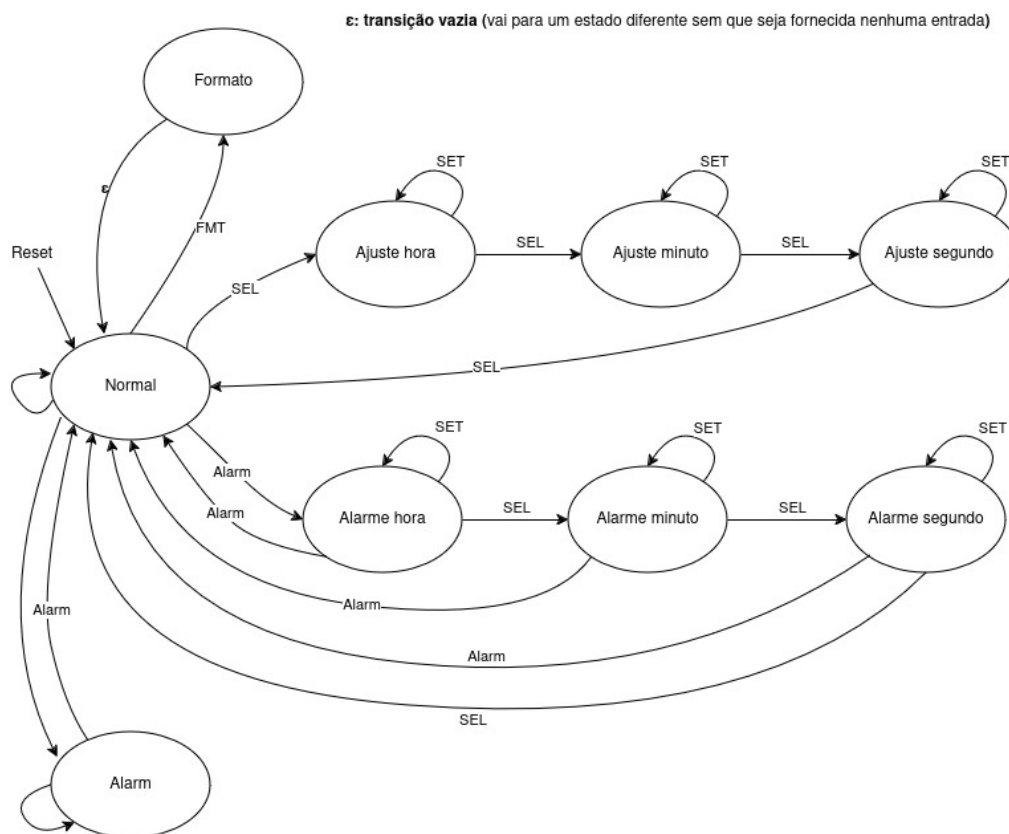


Figure 1. Finite State Machine (FSM)

4. Resultados e Discussões

4.1. Implementação Funcional do Relógio Digital

A FSM (Máquina de Estados Finitos) foi implementada com sucesso, permitindo a navegação entre os estados de exibição de hora, ajuste de horário e configuração de alarme. O sistema respondeu corretamente às entradas do usuário (botões físicos ou interface touch), o que demonstra a efetividade do controle de estados. O display LCD exibiu o horário atual em tempo real, e o sistema permitiu ajustes manuais de horas, minutos e segundos. As atualizações do tempo foram realizadas com precisão, validando o funcionamento do Módulo de Controle do Tempo.

4.2. Configuração do Alarme

O alarme foi configurado e ativado com sucesso, permitindo que o usuário definisse o horário de ativação através da interface de configuração. O sistema monitorou o tempo corretamente e ativou o alarme (alerta sonoro) no momento programado, conforme esperado. O Módulo de Alarme operou de forma eficiente, demonstrando que o hardware da BeagleBone Black é capaz de lidar com tarefas de monitoramento e ativação em tempo real.

4.3. Sistema Expansível

A arquitetura modular do sistema possibilita a adição de novas funcionalidades no futuro, como novos modos de alarme (vibração, alarmes customizados) ou sincronização com

outros dispositivos. A BeagleBone Black possui capacidade suficiente para suportar essas expansões. No entanto, para manter a simplicidade e acessibilidade do dispositivo, seria importante balancear a adição de novas funcionalidades com a complexidade de uso. Um excesso de funcionalidades pode comprometer a usabilidade, especialmente para usuários finais que procuram uma solução simples para o controle do tempo.

5. Conclusão

O projeto do Relógio Digital com Alarme utilizando a BeagleBone Black e uma interface LCD mostrou-se eficaz na implementação de um sistema de controle de tempo em tempo real com funcionalidades de ajuste de horário e alarme. A utilização da BeagleBone Black proporcionou um desempenho robusto, especialmente em relação à capacidade de processamento e integração de periféricos, como o display LCD e o alarme sonoro. A estruturação do software por meio de uma Máquina de Estados Finitos (FSM) garantiu uma operação estável e uma interface intuitiva para o usuário.

Entretanto, discussões sobre o custo-benefício da BeagleBone Black para projetos desse porte, bem como sugestões de melhorias para a interface de usuário e precisão do relógio, devem ser consideradas em trabalhos futuros. A expansibilidade do sistema também se apresenta como um ponto positivo, permitindo a adição de funcionalidades com baixo impacto na arquitetura atual.