



## Guia do Projeto

### MULTÍMETRO DIGITAL MICROCONTROLADO

Versão 2016

Leopoldo Yoshioka / Elisabete Galleazo

#### 1. Objetivos

O objetivo do projeto do curso é implementar um multímetro digital a partir de uma plataforma de desenvolvimento FRDM-KL25Z.

Este guia apresentará os principais aspectos do projeto, incluindo as funcionalidades, os modos e limites de operação que o equipamento deve apresentar; a organização dos grupos; o cronograma de atividades e o critério de avaliação do projeto.

#### 2. Motivação

Uma característica do mundo de hoje é a mudança. A velocidade das transformações vem aumentando cada vez mais, em especial na área de tecnologia. Em meio a este cenário, uma aprendizagem passiva com o conhecimento adquirido fora do contexto não atenderá às necessidades da Era da Inovação. Uma nova era em que vocês, estudantes, vivenciarão em breve como engenheiros e empreendedores.

O novo engenheiro não é mais aquele que detém um conhecimento enciclopédico. Mas, aquele capaz de resolver problemas complexos em pouco tempo, utilizando poucos recursos e com qualidade (ou como o administrador da NASA Daniel Goldin afirmou: “*faster, better and cheaper*”).

É preciso desenvolver habilidades. Destacadamente as seguintes:

- Colaboração
- Pensamento crítico
- Criatividade
- Planejamento
- Síntese de informação e
- Uso de ferramentas *high-tech*

A realização de projetos é uma das formas mais eficientes para o desenvolvimento dessas habilidades. Diante disso, o projeto da disciplina busca criar espaço para o aluno exercitar a resolução de problemas, aprender a planejar e organizar ações, aplicar os conhecimentos adquiridos na teoria e no laboratório dentro de um contexto definido.

### **3. Descrição do Projeto**

O projeto do curso consistirá em implementar um Multímetro Digital a partir de uma plataforma de desenvolvimento FRDM-KL25Z (núcleo de processamento de 32 bits ARM Cortex-M0+).

#### **3.1 Requisitos de Projeto do Multímetro Digital**

O multímetro digital a ser desenvolvido por vocês deverá atender aos requisitos apresentados a seguir.

##### **3.1.1 Medição**

O multímetro deverá ser capaz de medir as seguintes grandezas elétricas:

- Tensão contínua ( $V_{DC}$ ) na faixa de **0 a 10 V**
- Corrente contínua ( $I_{DC}$ ) na faixa de **0 a 100 mA**
- Tensão alternada ( $V_{AC}$  - valor eficaz) na faixa de **0 a 20 Vpp** (frequência de até **1 kHz**)
- Frequência ( $f$ ) na faixa de **50 a 500 Hz**
- Fase ( $\theta$ ) em graus para uma faixa de frequência de **50 a 500 Hz**
- Impedâncias ( $Z$  - módulo e fase) para uma faixa de frequência de **50 a 500 Hz**

##### **3.1.2 Interface com o usuário**

O multímetro deverá permitir que o usuário realize as seguintes operações:

- Visualização das informações de medições num mostrador digital (display)
- Seleção das funções de medições ( $V_{DC}$ ,  $I_{DC}$ ,  $V_{AC}$ ,  $f$ ,  $\theta$  e  $Z$ )

##### **3.1.3 Energia**

A alimentação do multímetro poderá ser feita por meio de bateria, fonte de tensão externa ou pela interface USB.

### 3.1.4 Gabinete

O multímetro deverá ser acondicionado num gabinete, não sendo permitido que o kit fornecido seja desmontado.

### 3.1.5 Conectores

O multímetro deverá prover conectores externos ao gabinete e identificados para a realização das medidas ( $V_{DC}$ ,  $I_{DC}$ ,  $V_{AC}$ ,  $f$ ,  $\theta$  e  $Z$ ).

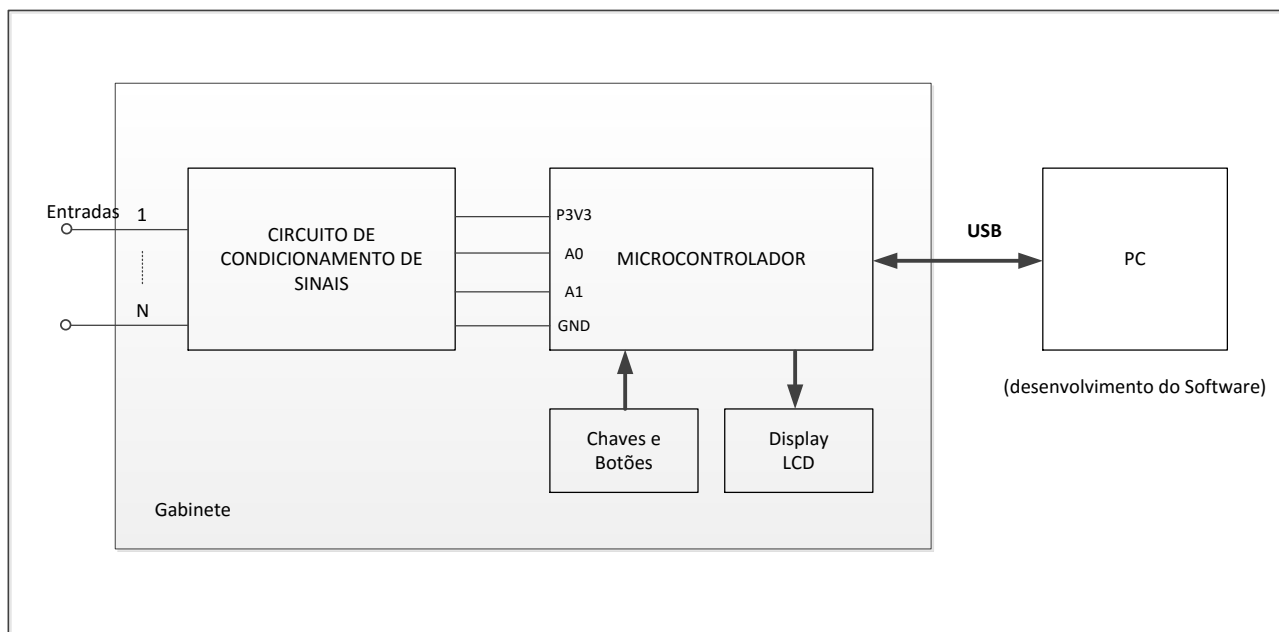
### 3.1.5 Proteção

O multímetro deverá possuir proteções para não danificar o microcontrolador, incluindo as seguintes situações:

- Sobretensão
- Inversão de polaridade
- Sobrecorrente
- Curto circuito.

## 3.2 Arquitetura do Multímetro

A Figura 1 apresenta uma arquitetura básica de um multímetro digital. Em seguida é apresentado uma descrição dos elementos que constituem o multímetro digital.



**Figura 1** - Elementos constitutivos do multímetro digital

### 3.2.1 Microcontrolador

Trata-se do elemento central do multímetro. Será responsável pelo processamento necessário para efetuar a medição das grandezas elétricas. O projeto utilizará uma

plataforma de desenvolvimento que contém um microcontrolador de 32 bits da família ARM Cortex-M0+ denominado FRDM-KL25Z. O kit dispõe de vários recursos que poderão ser utilizados no projeto. Alguns exemplos de recursos disponíveis são os seguintes:

- Interface USB (porta serial)
- Interface I<sup>2</sup>C (porta serial)
- Entradas digitais
- Entradas analógicas (com conversão A/D)
- Saídas digitais
- Saídas analógicas
- Memória de programa (128 KB flash)
- Memória de trabalho (16 KB SRAM)
- Timer
- PWM
- LED
- Sensor de toque (*touch slider* capacitivo)
- Botão

### **3.2.2 Circuito de condicionamento de sinais**

Conforme descrito no item 3.1.1, o multímetro deverá ser capaz de medir diversos tipos de grandezas elétricas dentro de uma determinada faixa de tensão, corrente e frequência. Por outro lado, as entradas do microcontrolador possuem limite de níveis de tensão que devem ser respeitados, caso contrário o dispositivo poderá ser danificado. As entradas analógicas e as entradas digitais do microcontrolador não devem ultrapassar +3,3 V nem ficarem abaixo de 0 V (ou seja, não se pode aplicar uma tensão negativa).

A função do circuito de condicionamento é fazer com que sinais de entrada a serem medidos pelo multímetro estejam em níveis adequados às entradas analógicas e digitais do microcontrolador.

### **3.2.3 Chaves e botões**

Permitem que o usuário faça as seleções das grandezas elétricas que deseja medir.

### 3.2.4 Display de LCD

Permitem que o usuário visualize o resultado das medidas de grandezas elétricas.

### 3.2.5 Computador (PC)

O desenvolvimento do software será realizado utilizando um computador com conexão ao **ARM mbed Developer Site** ([www.developer.mbed.org](http://www.developer.mbed.org)). O ARM mbed propicia ferramentas para a criação e desenvolvimento de aplicações com dispositivos baseados em microcontroladores ARM.

## 4. Organização dos Grupos

O projeto deverá ser realizado em grupos de cinco a seis alunos. **Cada sala poderá ter no máximo seis grupos em função da limitação do número de kits disponíveis.** Na semana de aula da Experiência 4 (8 ~ 11 março) os respectivos grupos deverão se inscrever junto aos professores responsáveis pelas respectivas turmas.

Os respectivos grupos receberão um código que deverá ser utilizado para efeito de identificação e controle dos relatórios e avaliações. Exemplos:

Turmas 1 e 2: T1\_2\_Grupo\_1; T1\_2\_Grupo\_2; .....

Turmas 3 e 4: T3\_4\_Grupo\_1; T3\_4\_Grupo\_2; .....

## 5. Cronograma

O projeto será executado em quatro etapas, além de uma apresentação final. As etapas são as seguintes:

1. Análise e Planejamento do Projeto
2. Medições em DC e AC
3. Medições de frequência e fase
4. Medição de impedâncias
5. Apresentação final

Os prazos para entrega de relatórios estão no calendário (ver a versão atualizada no moodle stoa).

## 5.1 Etapa 1 - Análise e Planejamento do Projeto

Na primeira etapa os grupos formados deverão fazer uma análise do projeto. Deverão buscar um entendimento sobre o que deverá ser realizado, avaliar os requisitos e os prazos de entrega, traçar estratégias de execução, definir atribuições dos integrantes, estabelecer mecanismos de comunicação e coordenação dos trabalhos.

Na parte técnica, deverão fazer o projeto do circuito de condicionamento (como mencionado no item 3.2.2) e verificar o seu funcionamento (por meio de simulação no computador e testes do circuito em bancada).

Será disponibilizado no Stoa um documento detalhando a atividade referente à **Etapa 1**.

Esta etapa será finalizada com a entrega do **Relatório 1** através do Stoa. O arquivo PDF deste relatório deverá ser nomeado utilizando o código do grupo. Exemplo:

Nome do arquivo: < Relatório\_1\_Turma\_1\_2\_Grupo\_1.PDF >

## 5.2 Etapa 2 – Medição em DC e AC

Na segunda etapa deverá ser desenvolvido um programa para a medição de tensão DC e tensão AC (valor eficaz). O programa deverá ser testado e validado no Kit, comparando-se os resultados com um multímetro de referência.

Será disponibilizado no Stoa um documento detalhando a atividade referente à **Etapa 2**.

Esta etapa será finalizada com a entrega do **Relatório 2** através do Stoa. O arquivo PDF deste relatório deverá ser nomeado utilizando o código do grupo. Exemplo:

Nome do arquivo: < Relatório\_2\_Turma\_1\_2\_Grupo\_1.PDF >

## 5.3 Etapa 3 – Medição de frequência e fase

Na terceira etapa deverá ser desenvolvido um programa para a medição de frequência e fase (entre dois sinais – entrada A0 e A1). O programa deverá ser testado e validado no Kit, comparando-se os resultados com um osciloscópio de referência.

Será disponibilizado no Stoa um documento detalhando a atividade referente à **Etapa 3**.

Esta etapa será finalizada com a entrega do **Relatório 3** através do Stoa. O arquivo PDF deste relatório deverá ser nomeado utilizando o código do grupo. Exemplo:

Nome do arquivo: < Relatório\_3\_Turma\_1\_2\_Grupo\_1.PDF >

## 5.4 Etapa 4 – Medição de impedâncias

Na quarta etapa deverá ser desenvolvido um programa para a medição de impedâncias. Deve-se medir simultaneamente tensão e corrente de uma carga reativa, bem como a fase entre os sinais. O programa deverá ser testado e validado no Kit, comparando-se os resultados com um osciloscópio de referência.

Será disponibilizado no Stoa um documento detalhando a atividade referente à **Etapa 4**.

Esta etapa será finalizada com a entrega do **Relatório 4** através do Stoa. O arquivo PDF deste relatório deverá ser nomeado utilizando o código do grupo. Exemplo:

Nome do arquivo: < Relatório\_4\_Turma\_1\_2\_Grupo\_1.PDF >

## 5.5 Apresentação final

A finalização do projeto ocorrerá com a apresentação do projeto. O multímetro deverá ser acondicionado dentro de um gabinete com um painel de bornes, chaves e botões. O grupo deverá fazer uma apresentação do projeto e demonstrar o funcionamento do multímetro através de medições de grandezas elétricas de acordo com a solicitação dos examinadores (pelo menos 3 avaliadores).

A apresentação do projeto será feito no Laboratório Didático no dia das respectivas aulas após a Experiência 10. Serão convidados professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação para fazerem parte da Banca Examinadora.

Os trabalhos serão classificados sendo que os grupos receberão um Certificado de Participação.

## 6. Critério de Avaliação

A nota de projeto consistirá de notas dos quatro relatórios (60%) e da apresentação final (40%).

A nota de apresentação levará em consideração os seguintes quesitos:

- Acabamento do protótipo (hardware e software)
- Exatidão das medições
- Facilidade de operação
- Respostas às arguições dos Examinadores
- Grau de Inovação

entre outros.

## **7. Informações no Stoa**

Semanalmente serão colocados no Stoa informações sobre o projeto. As dúvidas, comentários e sugestões devem ser feitos por meio do Fórum do Projeto do Stoa.