

# EA871 – LAB. DE PROGRAMAÇÃO BÁSICA DE SISTEMAS DIGITAIS

## EXPERIMENTO 1 – Introdução ao acesso remoto às bancadas do LE30 e o *Hardware (FRDM KL25, shield EA871 e placa de acesso remoto)*

Profa. Wu Shin-Ting

**OBJETIVO:** Apresentação da versão remota das bancadas LE30 e o *hardware* do sistema embarcado usado ao longo do curso.

**ASSUNTOS:** *kit* FRDM-KL25, periféricos integrados a ele, e a placa de acesso remoto.

### O que você deve ser capaz ao final deste experimento?

Ter uma noção do *kit* FRDM-KL25.

Ter uma noção da placa auxiliar (*shield*) EA871.

Ter uma noção da solução adotada para acesso remoto às placas de desenvolvimento (*FRDM KL25 e shield EA871*).

Conhecer as regras de acesso remoto a uma bancada do LE30.

Fazer acesso remoto via ssh e rdesktop.

Carregar na memória FLASH do microcontrolador KL25Z128 os aplicativos de teste dos componentes das placas de desenvolvimento.

## INTRODUÇÃO

Os conceitos da disciplina EA869 serão revistos e ampliados numa perspectiva prática. Para tanto, será utilizada uma plataforma de desenvolvimento denominada FRDM-KL25. Esta placa de desenvolvimento da NXP/Freescale Semiconductors permite desenvolver e depurar programas e possui diversas conexões para circuitos digitais, em vários padrões de interface.

O “comandante” da placa é o microcontrolador MKL25Z128VLK4 de 32 *bits*, da série Kinetis L [\[1\]](#). Este dispositivo é um *System-on-a-Chip* (SoC), isto é, num *chip* são agregados um núcleo de processamento Cortex-M0+ de arquitetura ARM® e vários módulos, como temporizadores, interfaces de comunicação, conversores DA/AD, interrupções e unidades de armazenamento. Aliados o baixo custo e o baixo consumo de energia ao tamanho reduzido e à flexibilidade no desenho de um novo projeto, ele constitui uma alternativa para desenvolver aplicativos portáteis e de alto desempenho.

São integrados na placa FRDM-KL25 um circuito de alimentação e de *clock* (8MHz), um *touchpad* capacitivo, um acelerômetro, um *led* RGB [\[2\]](#). Além disso, há na placa um adaptador serial e de depuração, *OpenSDA*, que permite que sejam transferidos programas executáveis (*firmware*) desenvolvidos num computador-hospedeiro para a memória interna do microcontrolador-alvo (MKL25Z) e que os mesmos sejam depurados. Viabiliza também a comunicação serial entre o computador-hospedeiro e o microcontrolador-alvo. Tudo por meio de uma porta mini-USB. É interessante observar que o circuito do *OpenSDA* é baseado num outro microcontrolador da família Kinetis K20 da NXP/Freescale, K20DX128VFM5.

Em cima da placa FRDM-KL25 está conectada uma placa auxiliar (*shield* FEEC EA871) com alguns periféricos, mais especificamente um LCD (*Liquid Cristal Display*), 8 *leds* vermelhos, 3 botoeiras, e um circuito de controle baseado em PWM. Há ainda pinos de acesso direto aos pinos PTB0, PTB1, PTE20, PTE21, PTE22, PTE23 do MKL25Z [3]. Isso proporciona mais alternativas para a prática de programação do microcontrolador-alvo.



Em decorrência do distanciamento social imposto pela pandemia de COVID-19, foi idealizada uma infra-estrutura de acesso via terminal às duas placas de desenvolvimento [4]. As botoeiras do *shield* EA871 e a botoeira *Reset* do microcontrolador são conectadas em paralelo com as chaves analógicas do CI CD4066, de forma que os sinais nessas botoeiras passem a ser controlados por um Arduino Uno via uma interface gráfica implementada com uso do aplicativo Processing 3 [5]. Foi adicionada uma lâmpada torpedo controlada por um sinal de PWM (*Pulse Width Modulation*), gerado pelo Arduino Uno sob o controle de um componente gráfico de Processing 3. Essa lâmpada serve para emular uma fonte de calor controlável remotamente. Uma solução que encontramos para visualizar o estado do *led* RGB integrado à placa FRDM-KL25Z, mas coberto pelo *shield* EA871, foi conectar um segundo *led* RGB aos pinos PTE21 (vermelho), PTE22 (verde) e PTE23 (azul) do MKL25Z. Finalmente, para visualizar o estado (a saída) dos periféricos da bancada foi instalada uma câmera por bancada. Suas imagens são capturadas pelo aplicativo ManyCam [6], através do qual podemos controlar não só a taxa de quadros como também a resolução das imagens, e visualizá-las na tela através do aplicativo Windows Camera.

Para acessar o terminal de cada máquina que exhibe não só as interfaces dos aplicativos de desenvolvimento que usaremos ao longo do curso como também as interfaces de controle e das câmeras, deve-se usar o tunelamento ssh com a opção “YC” [7] para acessar e redirecionar a interface gráfica de forma confiável e comprimida a um servidor Linux da FEEC, le27-y,  $y = \{11,12,13,14,15,16,17,18,19,20\}$ , que por sua vez faz acesso ao *desktop* das máquinas do LE30 via o aplicativo rdesktop [8].

## EXPERIMENTO

1. Fazer acesso remoto a uma das bancadas do LE30-x,  $x = \{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12\}$  e registrar a sequência de comandos que você utilizou até logar na área do usuário ea871, usando o seu login e senha da FEEC. Explícite o ambiente em que você usou.
2. Abrir a interface gráfica de controle das 4 botoeiras e da luminosidade da lâmpada torpedo, o aplicativo GuiShieldFEEC871. Anotar a pasta onde se encontra o aplicativo. Qual dos dois *kits*, FRDMKL25Z ou Arduino Uno, controlam as suas ações sobre as botoeiras e o *slider*?
3. Carregar os quatro *firmwares* [9], um de cada vez, na memória *FLASH* do MKL25Z:  
C:\EA871\Testes\teste\_ledRGB.hex, C:\EA871\Testes\teste\_kit.hex,  
C:\EA871\Testes\TestEA871R.hex e C:\EA871\Testes\teste\_led\_multicores.hex. Depois de carregado, pressionar o botão RESET da interface “CONTROLE REMOTO” para iniciar a execução do *firmware* carregado.

- a) Qual(is) deles entra(m) num laço de interação em que, ao pressionar a botoeira NMI, IRQ5 e IRQ12, acende-se, respectivamente, a cor vermelho, a verde e a azul do *led* RGB? Capturar um *screenshot* da tela com a imagem da câmera mostrando um estado dos periféricos.

Explique sucintamente como você acha que é feito o controle do acionamento, de forma alternada, das três cores de um único *led RGB* pelo nosso microcontrolador.

- b) Qual(is) dele(s) controla(m) o estado dos 8 *leds* vermelhos que ficam na placa auxiliar (*shield* EA871)? Capturar um *screenshot* da tela com a imagem da câmera mostrando um estado dos periféricos.

Explique sucintamente como você acha que é feito o controle do efeito do *led* aceso móvel.

- c) Qual(is) dele(s) alterna(m) as cores do *led* RGB ciclicamente? Capturar um *screenshot* da tela com a imagem da câmera mostrando um estado dos periféricos.

Explique sucintamente a estratégia que você acha que é aplicada para aumentar variações de cores a partir das 3 cores primárias.

4. Carregar o *firmware* C:\EA871\Testes\teste-sensor.hex na memória *FLASH* do MKL25Z nas bancadas LE30-1 a LE30-8, inicializar a execução e registrar o que você observou quando mexeu no *slider* rosa da interface “CONTROLE REMOTO”. Capturar um *screenshot* da tela com a imagem da câmera mostrando um estado dos periféricos.

O *slider* controla a luminosidade da lâmpada torpedo que vai emular uma fonte de calor. Ao lado da lâmpada há um sensor de temperatura analógico, cujo valor é amostrado iterativamente. Como você acha que os valores analógicos amostrados são convertidos em valores de temperatura exibidos no LCD?

## RELATÓRIO

O relatório deve ser devidamente identificado, contendo a identificação do instituto e da disciplina, o experimento realizado, o nome e RA do aluno. Para este experimento, responda os itens 1-4 do roteiro e suba-o no sistema [Moodle](#).

## REFERÊNCIAS

Todas as referências podem ser encontradas nos *links* abaixo ou ainda na página do curso.

[1] *KL25 Sub-Family Reference Manual – Freescale Semiconductors* (doc. Number KL25P80M48SF0RM, Setembro 2012).

<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/ARM/KL25P80M48SF0RM.pdf>

[2] *FRDM-KL25Z User's Manual – Freescale Semiconductors*, Setembro 2012.

<ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/ARM/FRDMKL25Z.pdf>

[3] Nova versão do esquemático do *shield* FEEC.

[ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/complementos/Esquematico\\_EA871-Rev3.pdf](ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/complementos/Esquematico_EA871-Rev3.pdf)

[4] Esquemático do circuito de interface ao controle remoto das botoeiras e da lâmpada torpedo

[ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/ensino\\_emergencial/ARDPWM.pdf](ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea871/ensino_emergencial/ARDPWM.pdf)

[5] Processing 3

<https://processing.org/>

[6] ManyCam

<https://manycam.com/>

[7] Andrei L. O que é ssh e como funciona?

<https://www.weblink.com.br/blog/tecnologia/aceso-ssh-o-que-e/>

[http://linuxcommand.org/lc3\\_man\\_pages/ssh1.html](http://linuxcommand.org/lc3_man_pages/ssh1.html)

[8] rdesktop

<https://www.rdesktop.org/>

[9] Como carregar um *firmware* na memória *flash* no ambiente IDE CodeWarrior?

[http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/EA871/2s2020/ST/videos\\_aula/apresentacao/gravando-programas.mp4](http://www.dca.fee.unicamp.br/cursos/EA871/2s2020/ST/videos_aula/apresentacao/gravando-programas.mp4)

Agosto de 2016

Revisado em Fevereiro de 2017

Revisado em Julho de 2017

Revisado em Fevereiro de 2018

Revisado em Setembro de 2020