PSI3441 - Arquitetura de Sistemas Embarcados

Relatório Exercício Prático 01

Nome: Kevin Kirsten Lucas nºUSP: 10853306

Utilizei algumas funções auxiliares para melhorar a leitura da saída serial no aplicativo de monitoramento Tera Term, como seguem abaixo:

```c
float calculate_timer_diff(float timer_start, float timer_end) {
    float diff = timer_end - timer_start;
    return diff;
}

void printf_line(int lines_amount) {
    for (int i = 0; i < lines_amount; i++) {
        printf("\n ");
    }
}
```

Ao final, fica o link do código completo.

1) Meça o tempo para realizar uma aquisição analógica. Qual é a maior taxa de aquisição (Amostras por segundo) que se pode conseguir com as configurações padrão do microcontrolador?

Com o código abaixo, obtive 47ms de tempo de leitura para uma aquisição analógica.

```c
// Tarefa 1 ------------------------------------------------------------
timer_start = t.read_us();
float temp = ain;
timer_end = t.read_us();
timer_diff = calculate_timer_diff(timer_start, timer_end);
printf("\n1) Tempo para realizar uma aquisicao analogica:\n");
printf("        > %f ms\n", timer_diff);
```

Código da Tarefa 01

```
1) Tempo para realizar uma aquisicao analogica:
        > 47.000000 ms
```

Print do Tera Term

Segundo o manual da KL25Z, utilizando-se algum dos modos ≤ que 13bits, é possível obter uma taxa de 818.330 Ksps (Kilosamples por segundo), no modo de 16bits, a taxa é um pouco menor, sendo de 461.467 Ksps.

Table 25. 16-bit ADC operating conditions (continued)

Symbol	Description	Conditions	Min.	Typ.[1]	Max.	Unit	Notes
V_{ADIN}	Input voltage	• 16-bit differential mode • All other modes	VREFL VREFL	— —	31/32 * VREFH VREFH	V	—
C_{ADIN}	Input capacitance	• 16-bit mode • 8-bit / 10-bit / 12-bit modes	— —	8 4	10 5	pF	—
R_{ADIN}	Input series resistance		—	2	5	kΩ	—
R_{AS}	Analog source resistance (external)	13-bit / 12-bit modes f_{ADCK} < 4 MHz	—	—	5	kΩ	4
f_{ADCK}	ADC conversion clock frequency	≤ 13-bit mode	1.0	—	18.0	MHz	5
f_{ADCK}	ADC conversion clock frequency	16-bit mode	2.0	—	12.0	MHz	5
C_{rate}	ADC conversion rate	≤ 13-bit modes No ADC hardware averaging Continuous conversions enabled, subsequent conversion time	20.000	—	818.330	Ksps	6
C_{rate}	ADC conversion rate	16-bit mode No ADC hardware averaging Continuous conversions enabled, subsequent conversion time	37.037	—	461.467	Ksps	6

Manual: https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/KL25P80M48SF0.pdf

2) Determine o tempo para realizar uma vez o cálculo matemático abaixo: x=x*3; x=x*4; y=x+max; x=y-i; x=x<<4; Como se pode melhorar a precisão da medida? Qual é a resolução e a acurácia da medida?

Obtive os tempos abaixo para os cálculos pedidos. Para melhorar a precisão da medida, utilizei um loop com 10.000 iterações e realizei a média no final.

```
2> Tempo para realizar o calculo matematico (sem loop):
        > 11.000000 ms

   Tempo para realizar o calculo matematico (media com loop 10000x):
        > 10.960700 ms
```

Print do Tera Term

Foi utilizado o código abaixo para realizar as operações:

```
// Tarefa 2 ------------------------------------------------------------
int x = 1;
int y;
int max = 0;
int i = 0;

// sem loop
timer_start = t.read_us();
x = x * 3;
x = x * 4;
y = x + max;
x = y - i;
x = x << 4;
timer_end = t.read_us();
timer_diff = calculate_timer_diff(timer_start, timer_end);
printf("\n2) Tempo para realizar o calculo matematico (sem loop):\n");
printf("        > %f ms\n", timer_diff);

// com loop
x = 1;
max = 0;
float diff_sum = 0;
int threshold = 10000;
for(int i = 0; i < threshold; i++)
{
    timer_start = t.read_us();
    x = x * 3;
    x = x * 4;
    y = x + max;
    x = y - i;
    x = x << 4;
    timer_end = t.read_us();
    timer_diff = calculate_timer_diff(timer_start, timer_end);
    diff_sum += timer_diff;
}
timer_diff = diff_sum/threshold;
printf("\n   Tempo para realizar o calculo matematico (media com loop %dx):\n", threshold);
printf("        > %f ms\n", timer_diff);
```

Código da Tarefa 02

3) Quanto tempo leva para fazer uma: a. Adição; b. Subtração; c. Multiplicação: d. Divisão; utilizando números inteiros e com ponto flutuante?

Utilizei o método de calcular as médias para estas operações e obtive os resultados abaixo:

```
3) Tempo para realizar operacoes matematicas:
    a) Adicao de int:
        > 10.849600 ms
       Adicao de float:
        > 10.958000 ms

    b) Subtracao de int:
        > 10.849600 ms
       Subtracao de float:
        > 10.958200 ms

    c) Multiplicao de int:
        > 10.811800 ms

       Multiplicao de float:
        > 10.959400 ms

    d) Divisao de int:
        > 10.843000 ms
       Divisao de float:
        > 10.956400 ms
```

Print do Tera Term

Abaixo segue o código utilizado para a adição com inteiros e float. De maneira similar procedi com as outras operações.

```
// Tarefa 3 ------------------------------------------------------------
printf("\n3) Tempo para realizar operacoes matematicas:\n");

// a. Adição Int
int a_int = 1;
int b_int = 2;
int r_int;
diff_sum = 0.0;
for(int i = 0; i < threshold; i++)
{
    timer_start = t.read_us();
    r_int = a_int * b_int;
    timer_end = t.read_us();
    timer_diff = calculate_timer_diff(timer_start, timer_end);
    diff_sum += timer_diff;
}
timer_diff = diff_sum/threshold;
printf("    a) Adicao de int:\n");
printf("        > %f ms\n", timer_diff);

// a. Adição Float
float a_float = 1.0;
float b_float = 2.0;
float r_float;
diff_sum = 0.0;
for(int i = 0; i < threshold; i++)
{
    timer_start = t.read_us();
    r_float = a_float * b_float;
    timer_end = t.read_us();
    timer_diff = calculate_timer_diff(timer_start, timer_end);
    diff_sum += timer_diff;
}
timer_diff = diff_sum/threshold;
printf("       Adicao de float:\n");
printf("        > %f ms\n", timer_diff);
```

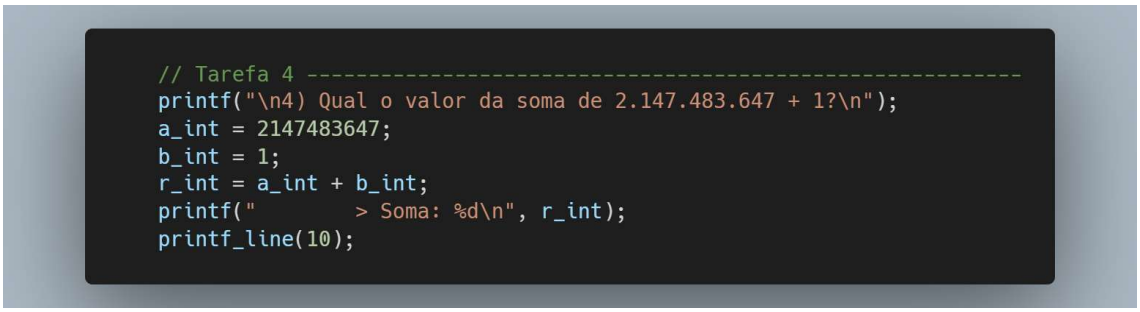
Código da Tarefa 03

4) Qual o valor da soma de 2,147,483,647 + 1 ?

O resultado está mostrado abaixo. Como podemos ver, houve um overflow nesta operação, uma vez que o número 2.147.483.647 é o maior inteiro que pode ser representado com 32 bits.

Representação binária

Print do Tera Term



```
// Tarefa 4 ------------------------------------------------------------
printf("\n4) Qual o valor da soma de 2.147.483.647 + 1?\n");
a_int = 2147483647;
b_int = 1;
r_int = a_int + b_int;
printf("        > Soma: %d\n", r_int);
printf_line(10);
```

Código da Tarefa 04

5) Como poderia ser medido o tempo de uma determinada operação sem utilizar timers?

Uma alternativa, seria ter o auxílio de um osciloscópio. Desta forma, poderia ser realizada a medição de dois pinos GPIO, um seria ativado antes do início de uma operação e o outro seria ativado logo após o fim da operação. Em seguida, basta utilizar os cursores do ociloscópio para medir a janela de tempo entre as medidas.