Biblioteca com Funções para as Teclas e Leds

Versão 1.0, 11/04/2020

Funções

byte	sw_tira	(byte *cha)
void	sw_qq_tecla	(void)
void	sw_fila_limpa	(void)
void	sw_config	(void)
void	sw_ler	(byte val)
void	sw_busca_seq1	(byte val)
void	sw_busca_seq2	(byte val)
byte	sw_poe	(byte cha)
void	void leds_cont	(byte ct)
void	led_amo	(void)
void	led_AMO	(void)
void	led_Amo	(void)
void	led_vd	(void)
void	led_VD	(void)
void	led_Vd	(void)
void	led_am	(void)
void	led_AM	(void)
void	led_Am	(void)
void	led_vm	(void)
void	led_VM	(void)
void	led_Vm	(void)
void	leds_config	(void)
void	scp1	(void)
void	SCP1	(void)
void	Scp1	(void)
void	scp2	(void)
void	SCP2	(void)
void	Scp2	(void)
void	scope_config	(void)

As funções sombreadas são rotinas de apoio. Só usar se souber o que está fazendo.

Funções para as chaves

- void **sw_qq_tecla** (void)
  Espera pelo acionamento de uma tecla qualquer. Retorna quando conseguir retirar algo da fila. Ignora o que for lido.

- void **sw_fila_limpa** (void)
  Limpar fila do teclado. Joga tudo fora.

- void **sw_ler** (byte val)
  Analisa como foi o passado e, se for o caso, coloca o código na fila do teclado.

- void **sw_busca_seq1** (byte val)

Todo código de tecla aceita que é colocado na fila circular é passado para essa função. Ela tenta identificar a Sequência 1 (SEQ1 = ESQ, SUP, DIR). O código de SEQ1 é colocado após o código da última tecla (tecla DIR) que o caracterizou.

- void **sw_busca_seq2** (byte val)
  Todo código de tecla aceita que é colocado na fila circular é passado para essa função. Ela tenta identificar a Sequência 2 (SEQ2 = ESQ, INF, DIR). O código de SEQ2 é colocado após o código da última tecla (tecla DIR) que o caracterizou.

- void **sw_config** (void)
  Configura o ADC e a fila para as chaves.

- byte **sw_poe** (byte cha)
  Colocar na fila circular o código de uma chave. Retorna
  TRUE: se conseguiu colocar o código na fila circular das chaves.
  FALSE: se a fila estava cheia e então não conseguiu colocar o código na fila circular.

- byte **sw_tira** (byte *cha)
  Retira da fila o código da próxima chave. Retorna
  TRUE: se conseguir retirar um código da fila e esse código é copiado em *cha.
  FALSE: se a fila estava vazia e então não conseguir retirar um código da fila circular.

Funções para os leds

- void **leds_cont** (byte ct)
  Apresenta o argumento em binário nos 4 leds: Laranja - Verde - Amarelo - Vermelho

- void **led_amo** (void) → AMO = Apagado
- void **led_AMO** (void) → AMO = Aceso
- void **led_Amo** (void) → AMO = Invertido
  AMO (PB7) = Amarelo Original: Apagar / Acender / Inverter

- void **led_vd** (void) → VD = Apagado
- void **led_VD** (void) → VD = Aceso
- void **led_Vd** (void) → VD = Invertido
  VD (PD7) = Verde: Apagar / Acender / Inverter

- void **led_am** (void) → AM = Apagado
- void **led_AM** (void) → AM = Aceso
- void **led_Am** (void) → AM = Invertido
  AM (PG2) = Amarelo: Apagar / Acender / Inverter

- void **led_vm** (void) → VM = Apagado
- void **led_VM** (void) → VM = Aceso
- void **led_Vm** (void) → VM = Invertido
  VM (PG1) = Vermelho: Apagar / Acender / Inverter

- void **leds_config** (void)
  Configurar pinos dos leds

- void **scp1** (void) → SCP1 = Apagado
- void **SCP1** (void) → SCP1 = Aceso
- void **Scp1** (void) → SCP1 = Invertido
  Pino 7 = SCP1 (PH4) = Scope 1: Apagar / Acender / Inverter

- void **scp2** (void) → SCP2 = Apagado
- void **SCP2**(void) → SCP2 = Aceso
- void **Scp2** (void) → SCP2 = Invertido
  Pino 8 = SCP2 (PH5) = Scope 2: Apagar / Acender / Inverter

- void **scope_config** (void)
  Configurar pinos para Osciloscópio

  ---------- Detalhes extras ----------

Leds:

Nome	Scope 2	Scope 1	Laranja	Verde	Amarelo	Vermelho
Sigla	SCP2	SCP1	AMO	VD	AM	VM
Pino I/O	PH5	PH4	PB7	PD7	PG2	PG1
Pino Arduino	8	7	13	38	39	40

O led Laranja (AMO) corresponde ao led amarelo original da placa Arduino

Chaves:

Disposição das teclas

	SW_CIMA	
SW_ESQ	SW_SEL	SW_DIR
	SW_BAIXO	

Temos duas sequências especiais:
SW_SEQ1: SW_ESQ, SW_CIMA, SW_DIR
SW_SEQ2: SW_ESQ, SW_BAIXO, SW_DIR

Cada chave (tecla) tem um código que a identifica

```
// Codigos para as chaves
#define  SW_NADA   7
#define  SW_INF    6
#define  SW_DIR    4
#define  SW_SUP    3
#define  SW_ESQ    2
#define  SW_SEL    0
#define  SW_SEQ1   8
#define  SW_SEQ2   9
#define  SW_NAOSEI 10
```

Está disponível um vetor de ponteiros que permite acesso aos nomes de 3 teclas para as teclas

```
// Teclas - Nome das teclas com apenas 3 letras
//                  0    1     2     3     4     5     6     7     8     9     10
char *sw_nome[]={"SEL","?1?","ESQ","SUP","DIR","?5?","INF","NAD","SQ1","SQ2","???"};
```

Variáveis globais usadas pelo teclado

```
volatile char sw_fila[SER_TX_FILA_TAM]; //Espaço para a fila teclado
volatile byte sw_pin, sw_pout;          //Ponteiros para usar a fila
volatile byte sw_1,sw_2,sw_n,sw_v;      //Variáveis para detectar teclas acionadas
volatile byte sw_st_seq1,sw_st_seq2;   //Maq Estados para buscar sequências SEQ1 e SEQ2
```

Lógica para funcionamento do teclado:

Os resistores do divisor resistivo foram pensados de forma a possibilitar a identificação de cada tecla com apenas os 3 bits mais à esquerda do ADC. Como são 3 bits, temos 8 possibilidades. Dois códigos são especiais:

- 111x xxxx → nenhuma tecla acionada e
- 000x xxxx → tecla SEL (faz um curto para a terra).

Sobram 6 códigos, dos quais usamos apenas 4. Dois códigos estão sobrando (ausentes).

ADC-Binário	Tecla		ADC-Binário	Tecla
111x xxxx	NADA		011x xxxx	SUP
110x xxxx	INF		010x xxxx	ESQ
101x xxxx	Ausente		001x xxxx	Ausente
100x xxxx	DIR		000x xxxx	SEL

O Timer 1 é o responsável por ler o ADC. A cada 2 leituras, calcula a média e chama a função **sw_ler(sw_val)**, ver fluxograma logo adiante. Esta função conhece o passado do teclado e, se for o caso, valida a nova tecla colocando o seu código na fila circular. Uma nova tecla só é aceita se o teclado passou anteriormente pelo estado de nenhuma tecla acionada.

O Timer 1 está programado para interromper a cada 10 ms. Porém, ele não faz a leitura do ADC toda vez. Ele tem outras funções, de acordo com a tabela abaixo. Ver mais detalhes no texto sobre timers. A consulta do ADC para o teclado é feita, aproximadamente, em 37,5 Hz (100*(10/32)), ou seja, uma leitura a cada 26,6 ms.

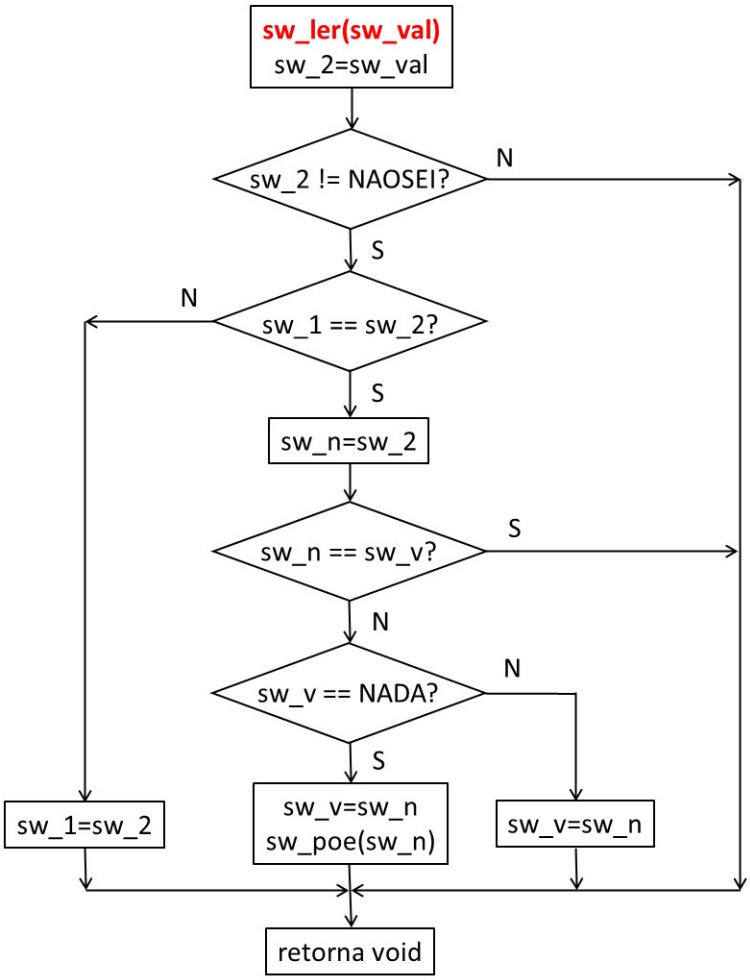
Funcionou bem: timer1_cont = 0, 1, ..., 31, 0, 1, ..., interrupção em 100 Hz

0-ADC Start	8-+Ler, ADC start*	16-ADC Start	24-+Ler, ADC start*
1-+Ler, ADC start	9-+Ler, ADC start	17-+Ler, ADC start	25-+Ler, ADC start
2-+Ler, ADC start*	10-+Ler, ADC start*	18-+Ler, ADC start*	26-+Ler, ADC start*
3-+Ler, ADC start	11-+Ler, ADC start	19-+Ler, ADC start	27-+Ler, ADC start
4-+Ler, ADC start*	12-Ler, Canal1(VCAR)*	20-+Ler, ADC start*	28-Ler, Canal 2(VCAP)*
5-+Ler, ADC start	13-ADC Start	21-+Ler, ADC start	29-ADC Start
6-+Ler, ADC start*	14- Ler, ADC start	22-+Ler, ADC start*	30-Ler, ADC start
7-+Ler, ADC start	15-Ler, Canal 0	23-+Ler, ADC start	31-Ler, Canal 0

* indica a fase para tirar a média na leitura do teclado.

Lógica para detectar teclas acionadas

sw_1 e sw_2 → garantir duas leituras iguais, evita transitórios;
sw_n → nova tecla
sw_v → tecla velha
Tecla é considerada válida quando duas leituras seguidas são iguais: sw_1=sw_2
Neste caso sw_n recebe o código da tecla.
Se sw_n<>sw_v e sw_v = NADA, nova tecla é colocada no buffer e depois sw_v=sw_n.



Gabaritos para configurar ADC (8 bits alinhado pela esquerda, ler apenas ADCH)

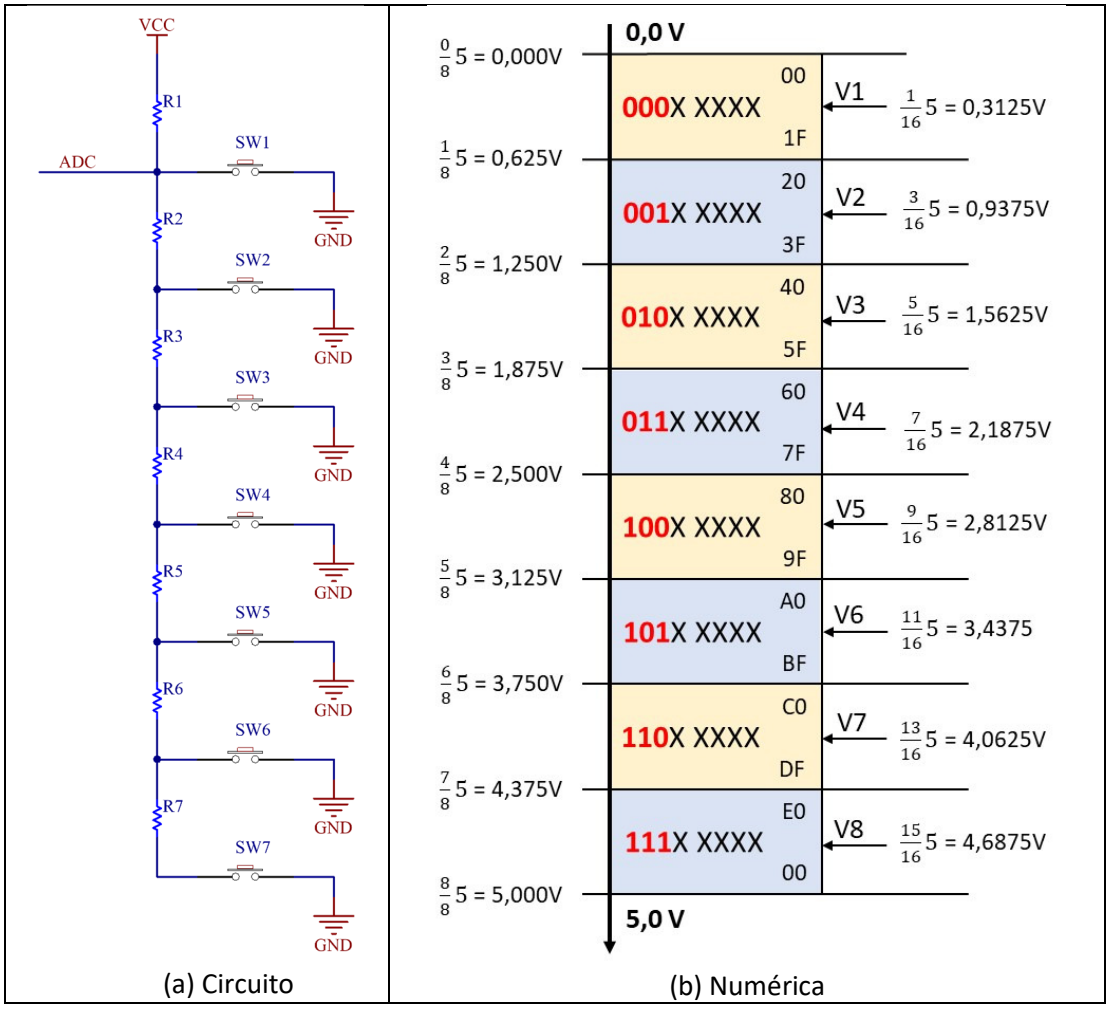
	7	6	5	4	3	2	1	0
ADMUX	REFS1	REFS0	ADLAR	MUX4	MUX3	MUX2	MUX1	MUX0
	0,1,1	1,1,1	1	0	0	0	0,0,1	0,1,0
ADCSRA	ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0
	1	0	1	0	0	0	1	1
ADCSRB	-	ACME	-	-	MUX5	ADST2	ADST1	ADST0
	-	0	-	-	0	1	0	1

Configuração para os diversos canais

Analógico	Canal ADC	MUX5:0	REFS1:0	REF volts
Teclado	0	0 0 0 0 0	0 1	AVCC
Tensão VCAR	1	0 0 0 0 1	1 1	2,56 V
Tensão VCAP	2	0 0 0 1 0	1 1	2,56 V

Teclado: ADMUX = (1<<REFS0) | (1<<ADLAR); //Ref = AVCC
VCAR: ADMUX = (1<<REFS1) | (1<<REFS0) | (1<<ADLAR) | (1<<MUX0); //Canal 1, Ref = 2,56
VCAP: ADMUX = (1<<REFS1) | (1<<REFS0) | (1<<ADLAR) | (1<<MUX1); //Canal 2, Ref = 2,56

Cálculo dos resistores do divisor resistivo do teclado



(a) Circuito (b) Numérica

Vi = tensão no adc ao acionar a chave SWi.

$V1 = 0$

$V2 = VCC\frac{R2}{R1+R2} \rightarrow (VCC - V2)R2 - V2 \cdot R1 = 0$

$V3 = VCC\frac{R2+R3}{R1+R2+R3} \rightarrow (VCC - V3)R3 + (VCC - V3)R2 - V3 \cdot R1 = 0$

$V4 = VCC\frac{R2+R3+R4}{R1+R2+R3+R4} \rightarrow (VCC - V4)R4 + (VCC - V4)R3 + (VCC - V4)R2 - V4 \cdot R1 = 0$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & VCC - V2 & -V2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & VCC - V3 & VCC - V3 & -V3 \\ 0 & 0 & 0 & VCC - V4 & VCC - V4 & VCC - V4 & -V4 \\ 0 & 0 & Vcc - V5 & Vcc - V5 & Vcc - V5 & Vcc - V5 & -V5 \\ 0 & Vcc - V6 & Vcc - V6 & Vcc - V6 & Vcc - V6 & Vcc - V6 & -V6 \\ Vcc - V7 & Vcc - V7 & Vcc - V7 & Vcc - V7 & Vcc - V7 & Vcc - V7 & -V7 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R7 \\ R6 \\ R5 \\ R4 \\ R3 \\ R2 \\ R1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10K \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

	Calculados	Comerciais
R1	10.000,00	10.000
R2	2.307,69	2.400
R3	2.237,76	2.200
R4	3.232,32	3.300
R5	5.079,37	5.100
R6	9.142,86	9.100
R7	21.333,33	22.000

Resistores Comerciais

1.0 Ω	1.1 Ω	1.2 Ω	1.3 Ω
1.5 Ω	1.6 Ω	1.8 Ω	2.0 Ω
2.2 Ω	2.4 Ω	2.7 Ω	3.0 Ω
3.3 Ω	3.6 Ω	3.9 Ω	4.3 Ω
4.7 Ω	5.1 Ω	5.6 Ω	6.2 Ω
6.8 Ω	7.5 Ω	8.2 Ω	9.1 Ω

```
% Valores comerciais
R7 = 22000;   %21333.33
R6 =  9100;   % 9142.86
R5 =  5100;   % 5079.37
R4 =  3300;   % 3232.32
R3 =  2200;   % 2237.76
R2 =  2400;   % 2307.69
R1 = 10000;   %10000
```

$$V0 = 0$$

$$V1 = VCC\frac{R1}{R0 + R1}$$

$$V2 = VCC\frac{R1 + R2}{R0 + R1 + R2}$$

$$V3 = VCC\frac{R1 + R2 + R3}{R0 + R1 + R2 + R3}$$

$$V4 = VCC\frac{R1 + R2 + R3 + R4}{R0 + R1 + R2 + R3 + R4}$$

$$V5 = VCC\frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5}{R0 + R1 + R2 + R3 + R4 + R5}$$

$$V6 = VCC\frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6}{R0 + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6}$$

$$V7 = VCC\frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7}{R0 + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + R6 + R7}$$

	R	V	Hexa		R	V	Hexa		3 Bits
1	10.000,00	0,0	0		10.000	0,0	00		000
2	2.307,69	0,9375	30		2.400	0,9677	32		001
3	2.237,76	1,5625	50		2.200	1,5753	51		010
4	3.232,32	2,1875	70		3.300	2,2067	71		011
5	5.079,37	2,8125	90		5.100	2,8261	91		100
6	9.142,86	3,4375	B0		9.100	3,4424	B0		101
7	21.333,33	4,0625	D0		22.000	4,0758	D1		110