Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores

Jogo da Roleta
(*Roulette Game*)

Autores:
Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

Projeto de
Laboratório de Informática e
Computadores 2020 / 2021 inverno

2020/2021 inverno

Jogo da Roleta (*Roulette Game*)

Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

1 Introdução

Neste projeto implementa-se o jogo da Roleta (*Roulette Game*), no qual a roleta compreende números entre 0 e 9, um jogador realiza apostas premindo as teclas de um teclado correspondentes aos números em que pretende apostar. Por cada aposta é debitado um crédito ao saldo acumulado do jogador, podendo o jogador apostar mais do que um crédito num mesmo número. Os créditos são obtidos pela introdução de moedas no moedeiro, este só aceita moedas de 1.00€, que corresponde a dois créditos. O sistema que implementa o jogo será constituído por: um PC (*Control*); um teclado de 12 teclas; um moedeiro (*Coin Acceptor*); um mostrador *Liquid Cristal Display* (*LCD*) de duas linhas com 16 caracteres; um mostrador da roleta (*Roulette Display*) e uma chave de manutenção designada por *M*, para colocação do sistema em modo de Manutenção. Na Figura 1 apresenta-se o diagrama de blocos do jogo da Roleta.

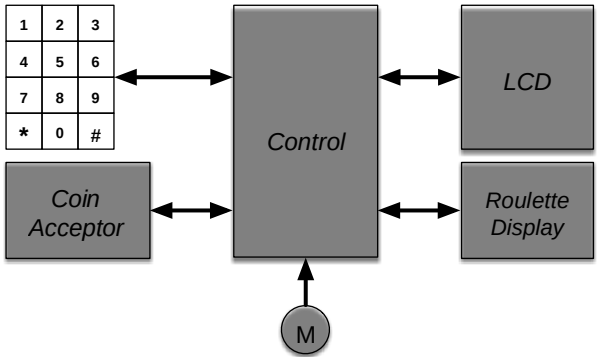


Figura 1 – Diagrama de blocos do jogo da Roleta (*Roulette Game*)

Sobre o sistema proposto podem realizar-se as seguintes ações em modo de Jogo:

- **Jogo –** O jogo inicia-se quando é premida a tecla '*' e existem créditos disponíveis. Utilizando as teclas numéricas (09) realizam-se as apostas, retirando-se um crédito ao saldo do jogador por cada aposta realizada. O jogador termina as apostas premindo a tecla '#', o que dá início ao sorteio. Durante um tempo aleatório, o sistema simula o girar da Roleta no *Roulette Display*, permitindo ainda realizar apostas até 5 segundos antes desta parar. Ao parar a Roleta, o número sorteado é apresentado no *Roulette Display* e os créditos obtidos na jogada são apresentados no LCD. Os créditos obtidos são acumulados após 5 segundos ao saldo do jogador, também apresentado no LCD.

No modo Manutenção podem realizar-se as seguintes ações sobre o sistema:

- **Teste** – Premindo a tecla '*' inicia-se um jogo sem créditos e sem contabilizar os números sorteados.
- **Consultar os contadores de moedas e jogos** – Carregando na tecla '#' permite-se a listagem dos contadores de moedas e jogos realizados.
- **Iniciar os contadores de moedas e jogos –** Premindo a tecla '#' e em seguida a tecla '*', o sistema de gestão coloca os contadores de moedas e jogos a zero, iniciando um novo ciclo de contagem.
- **Consultar a lista de números sorteados** – Carregando na tecla '0' permite-se a listagem dos números sorteados.
- **Iniciar a lista de números sorteados –** Premindo a tecla '0' e em seguida a tecla '*', o sistema inicia um novo ciclo de estatística de números sorteados.

Desligar – Permite desligar o sistema, que encerra apenas após a confirmação do utilizador, ou seja, o programa termina e as estruturas de dados, contendo a informação dos contadores e da Lista de Números Sorteados, são armazenadas de forma persistente em dois ficheiros de texto, por linha e com os campos de

dados separados por ";". O primeiro ficheiro deverá conter o número de jogos realizados e o número de moedas guardadas no cofre do moedeiro. O segundo ficheiro deverá conter a Lista de Números Sorteados, que contém o número de saídas e os prémios atribuídos por cada número. Os dois ficheiros devem ser carregados para o sistema no seu processo de arranque.

2 Arquitetura do sistema

O sistema é implementado numa solução híbrida de *hardware* e *software*, como apresentado no diagrama de blocos da Figura 2. A arquitetura proposta é constituída por quatro módulos principais: *i*) um leitor de teclado, designado por *Keyboard Reader*; *ii*) um módulo de interface com o *LCD* e com o mostrador da roleta, designado por *Serial Output Controller* (*SOC*); *iii*) um moedeiro, designado por *Coin Acceptor*; e *iv*) um módulo de controlo, designado por *Control*. Os módulos *i*) e *ii*) são implementados em *hardware*, o moedeiro será simulado utilizando um interruptor e um LED, enquanto o módulo de controlo é implementado em *software* escrito usando linguagem Java e executado num PC.

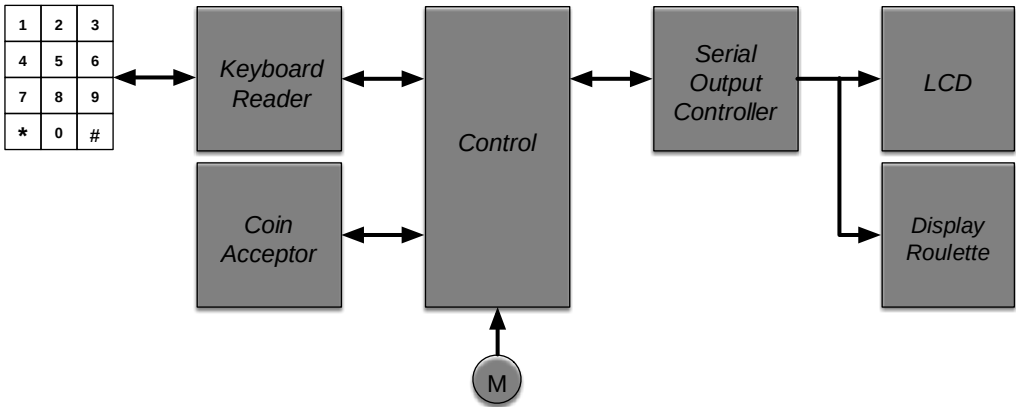


Figura 2 – Arquitetura do sistema que implementa o jogo da Roleta (*Roulette Game*)

O módulo *Keyboard Reader* é responsável pela descodificação do teclado matricial de 12 teclas, determinando qual a tecla pressionada e disponibilizando o seu código, com quatro bits, ao módulo *Control*. Caso este não esteja disponível para o receber imediatamente, o código da tecla é armazenado internamente, até ao limite de dois códigos. O módulo *Control* processa os dados e envia a informação a apresentar no *LCD* através do módulo *SOC*. O *Roulette Display* é atuado pelo módulo *Control*, através do módulo *SOC*. Por razões de ordem física, e por forma a minimizar o número de fios de interligação, a comunicação entre o módulo *Control* e o módulo *SOC* é realizada através de um protocolo série.
A implementação do módulo *Control* foi realizada em *software*, usando a linguagem Java e seguindo a arquitetura lógica apresentada na Figura 3.

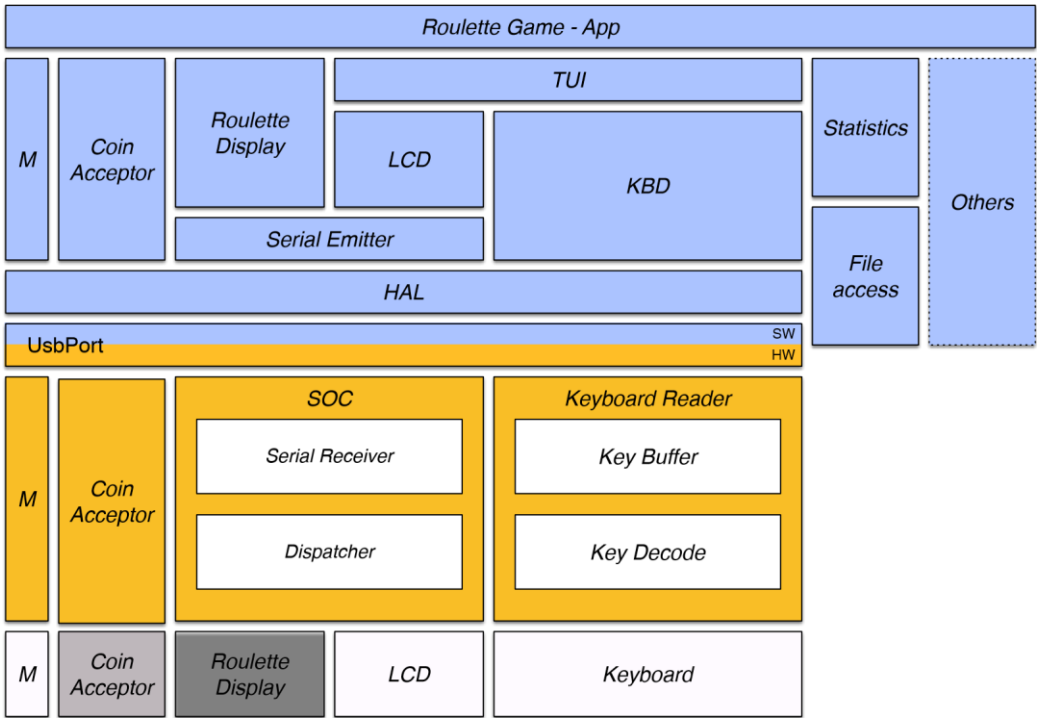


Figura 3 – Diagrama lógico do Jogo da Roleta (*Roulette Game*)

A. Interligações entre o HW e SW

O módulo *Keyboard Reader* implementado é constituído por dois blocos principais: o descodificador de teclado (*Key Decode*); e o bloco de armazenamento e de entrega ao consumidor (designado por *Key Buffer*), conforme ilustrado na Figura 1. Neste caso o módulo de controlo, implementado em *software*, é a entidade consumidora.

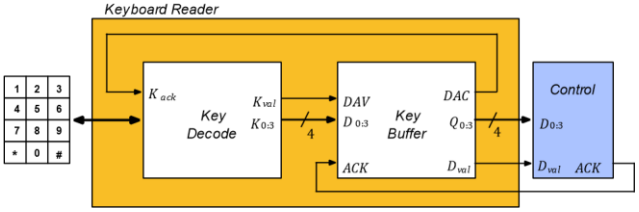


Figura 1 – Diagrama de blocos do módulo *Keyboard Reader*

1 Key Decode

O bloco *Key Decode* implementa um descodificador de um teclado matricial 4x3 por *hardware*, sendo constituído por três sub-blocos: um teclado matricial de 4x3; o bloco *Key Scan*, responsável pelo varrimento do teclado; e o bloco *Key Control*, que realiza o controlo do varrimento e o controlo de fluxo, conforme o diagrama de blocos representado na Figura 2a. O controlo de fluxo de saída do bloco *Key Decode* (para o módulo *Key Buffer*), define que o sinal K_{val} é ativado quando é detetada a pressão de uma tecla, sendo também disponibilizado o código dessa tecla no barramento $K_{0:3}$. Apenas é iniciado um novo ciclo de varrimento ao teclado quando o sinal K_{ack} for ativado e a tecla premida for libertada.

O bloco *Key Scan* foi implementado de acordo com o diagrama de blocos representado na Figura 3, uma vez que consideramos que o uso de apenas um contador de dois bits tornaria o circuito mais simples sendo também necessários menos clocks para efetuar o varrimento do mesmo, sendo assim a solução mais rápida a efetuar a leitura de uma tecla.

O bloco *Key Control* foi implementado pela máquina de estados representada em *ASM-chart* na Figura 4. Conforme a solução apresentada, o Key Controla aguarda que uma tecla do Keyboard seja pressionada e, após verificar que DAC já não se encontra ativo, liberta o sinal Kval para assinalar que possui valores validos para leitura. Após isso, aguarda o sinal DAC a informar que os dados que está a disponibilizar foram recebidos e assim, após DAC se desligar novamente, recomeça o processo.

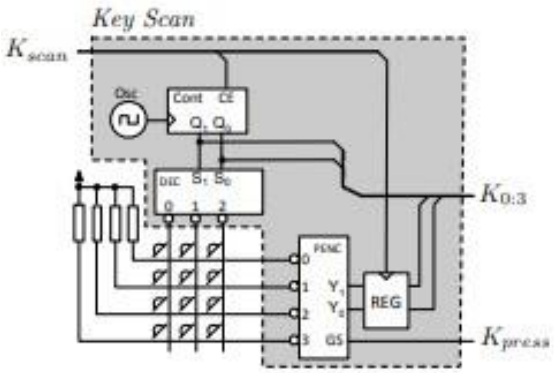


Figura 3 - Diagrama de blocos do bloco *Key Scan*

Com base nas descrições do bloco *Key Decode* implementou-se parcialmente o módulo *Keyboard Reader* de acordo com o esquema elétrico representado no Anexo C. Vale notar que durante o decorrer do desenvolvimento deste modulo, optamos por deixar o clock do Counter invertido relativamente ao do KeyControl como modo de evitar possíveis conflitos. Relativamente ás resistências usadas na implementação do componente hardware do keyboard, usamos as que foram fornecidas e que correspondei ás listadas a documentação da peça.

2 Key Buffer

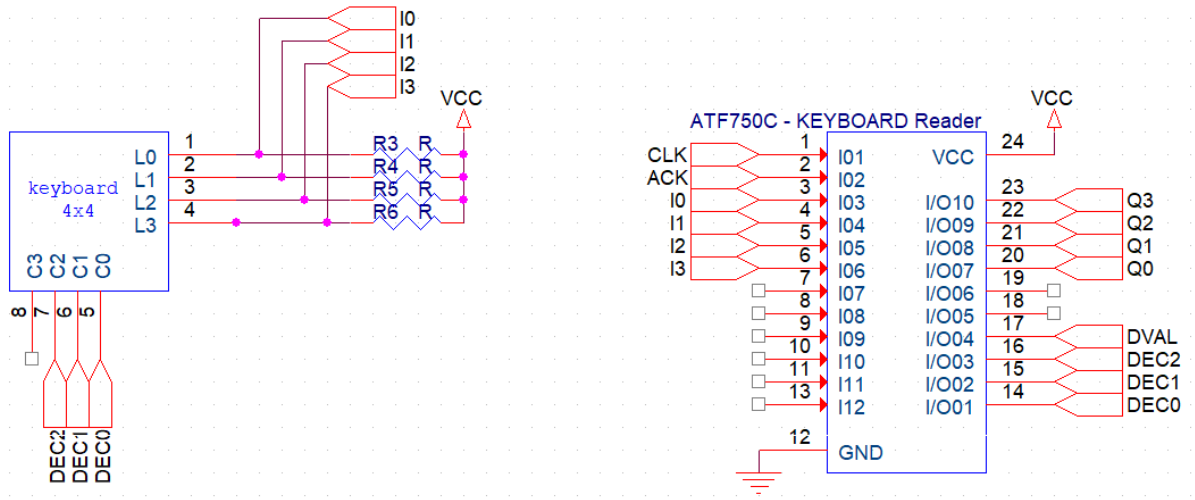
O módulo *Key Buffer* implementa uma estrutura de armazenamento de dados, com capacidade de uma palavra de quatro bits. A escrita de dados no *Key Buffer* inicia-se com a ativação do sinal *DAV* (*Data Available*) pelo sistema produtor, neste caso pelo *Key Decode*, indicando que tem dados para serem armazenados. Logo que tenha disponibilidade para armazenar informação, o *Key Buffer* escreve os dados $D_{0:3}$ em memória. Concluída a escrita em memória, ativa o sinal *DAC* (*Data Accepted*) para informar o sistema produtor que os dados foram aceites. O sistema produtor mantém o sinal *DAV* ativo até que *DAC* seja ativado. O *Key Buffer* só desativa *DAC* depois de *DAV* ter sido desativado.
A implementação do *key Buffer* deverá ser baseada numa máquina de controlo (*Key Buffer Control*) e num registo externo (*Output Register*).
O bloco *Key Buffer Control* do *Key Buffer* é também responsável pela interação com o sistema consumidor, neste caso o módulo *Control*. O *Control* quando pretende ler dados do *Key Buffer*, aguarda que o sinal D_{val} fique ativo, recolhe os dados e ativa o sinal *ACK* indicando que estes já foram consumido

O *Key Buffer Control*, logo que o sinal *ACK* fique ativo, deve invalidar os dados baixando o sinal D_{val}, só deverá voltar a armazenar uma nova palavra depois do *Control* ter desativado o sinal *ACK*.

O bloco *Key Buffer Control* foi implementado de acordo com o diagrama de blocos representado na Figura 6. Conforme as instruções do enunciado, o modulo Key Buffer Control, após receber o sinal que existe data para ser lida, grava essa mesma data no Register e de seguida encaminhaa para o Control.

Com base nas descrições do bloco *Key Decode* e do bloco *Key Buffer Control* implementou-se o módulo *Keyboard*

Reader de acordo com o esquema elétrico representado a seguir:



De forma a ficar concordante com a nossa versão de software e com o array usado no código, compatível com o simulador em java optamos por trocar a ordem das saídas do Keyboard na entrada do USBPORT, algo que pode ser verificado na nossa implementação em ORCAD.

3 Interface com o *Control*

Implementou-se o módulo *Control* em *software*, recorrendo a linguagem Java e seguindo a arquitetura lógica apresentada na Figura 7.

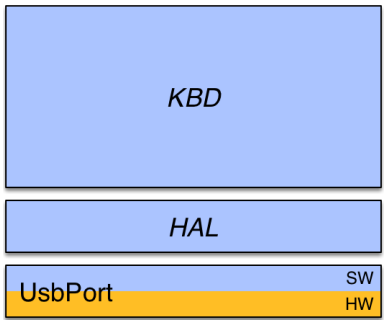


Figura 7 – Diagrama lógico do módulo *Control* de interface com o módulo *Keyboard Reader*

3.1 Classe *HAL*

Começando pelo método init(), este é responsável por iniciar a classe colocando à saída do USBPort o valor 0x00, já o método isBit(int mask) testa o bit selecionado pela mask no porto de entrada do USBPort através de um teste lógico entre mask e o valor à entrada, retornando true caso o mesmo bit esteja ligado ou a 1 lógico. O método readBits(int mask) trata de ler os bits do porto de entrada assinalados pelos respetivos bits da mask, sendo isto feito através da operação lógica entre o porto de entrada e a mask. O método setBits(int mask) afeta o porto de saída com o resultado da operação lógica entre a mask ou o campo lastValue guardado no mesmo campo lastValue, enquanto o método clrBits(int mask) afeta o porto de saída com o resultado da operação lógica entre a negação de mask e o campo lastValue guardando o resultado no mesmo campo lastValue. O último dos métodos que foi realizado nesta classe foi o método writeBits(int mask, int value) porque implicava o uso dos métodos setBits e clrBits, então, com estes métodos já feitos, o método writeBits implicava limpar os bits marcados por mask e escrever value por cima, sendo assim, fica resolvido através da chamada ao método clrBits(mask) e da chamada de setBits(value & mask)

3.2 Classe *KBD*

Nesta classe KBD ficou ao nosso encargo realizar a composição dos três métodos encarregados à mesma, sendo estes explicados respetivamente em baixo no relatório, o método init(), o método getKey() e o método waitKey(long timeout). O método init() inicia a classe chamando o método init() da classe HAL anteriormente explicado e inicia o processo de procura de teclas pressionadas pelo utilizador chamando o método waitKey() afetando o campo Key da classe com o resultado.

getKey() retorna o char correspondente ao valor lido do porto de entrada nos bits representados por mask chamando o readBits(0x0F) da classe HAL para tal efeito ou NONE caso não esteja nenhum char associado ao valor lido. O método waitKey(long timeout) é o método que trata de fazer a espera para ler a tecla pressionada e, para isso, espera também que o bit de mask 8 esteja ligado, simbolizando este a espera pelo sinal de Dval, só então, após o teste, ele retorna o método getKey().

4 SOC

Para implementar o *Serial Output Controller*, começamos por desenvolver o *Serial Receiver*, onde implementamos o *Parity checker* que é constituído por um flip-flop que vai alterando o valor logico da sua saída conforme o numero de bits de valor 1 inserido no sistema, assumindo sempre o valor 1 quando o numero for impar. O *Parity Check* emite também o sinal err que compara o valor da paridade guardada com o do sinal recebido e, de seguida, envia-o para o *Serial Control*. O *counter*, como o nome implica, conta o número de data (SDX) introduzido de forma a formar os sinais *pFlag* e *dFlag*. O *Serial Control* é responsável por gerir todo o funcionamento do modulo, inibindo a entrada de mais data após o receber o sinal *dFlag*, verifica a paridade assim *pFlag* indicar, e prepara o modulo de modo a que possa ser reutilizado após ter completado um ciclo de funcionamento.
O modulo *Dispatcher*, após receber a informação da validade dos dados recebidos (através da paridade), produz o respetivo sinal *write* e emite o data recebido.

5 Coin Acceptor

O módulo Coin Accpetor faz a simulação do moedeiro de acordo com os diagramas dispostos nas figuras 7 e 8, seguindo a implementação em Java na classe CoinAcceptor apresentada na figura 9. O sinal Coin é ativado assim que o moedeiro recebe uma moeda e aceita a mesma quando accept fica ativado, limpado logo de seguida o sinal à saída para poder aceitar nova moeda.

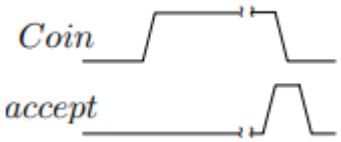


Figura 8 – Diagrama Temporal

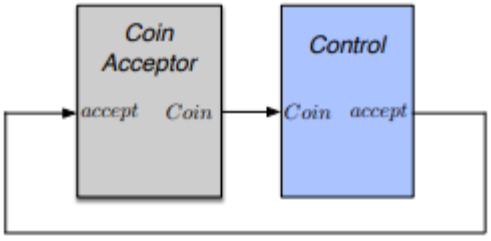


Figura 7 – Diagrama de blocos

```
public class CoinAcceptor {

    private final static int COIN_MASK=0x40;
    private final static int COIN_ACCEPT_MASK=0x40;

    public static boolean checkForInsertedCoin(){
        if(HAL.isBit(COIN_MASK)) {
            HAL.setBits(COIN_ACCEPT_MASK);
            while (HAL.isBit(COIN_MASK));

            HAL.clrBits(COIN_ACCEPT_MASK);
            return true;
        }
        return false;
    }
}
```

Figura 9 – Código da Classe CoinAcceptor

Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

1. Descrição CUPL do *KeyBoard Reader*

```
Name     template ;
PartNo   00 ;
Date     10/10/10 ;
Revision 01 ;
Designer Engineer ;
Company  None ;
Assembly None ;
Location  ;
Device   v750c ;

/* Start Here */
PIN 1 = CLK;
PIN 2 = ACK;
PIN [3..6] = [I0..3]; /*Inputs do PENC */

PIN [14..16] = [DEC0..2] ;
PIN 18 = A0;
PIN 19 = Kscan;
PIN [20..23] = [Q0..Q3];
PIN 17 = Dval;

PINNODE 28 = K2;
PINNODE 27 = K3;
PINNODE 26 = B1;
PINNODE 33 = K1;
PINNODE 30 = A1;
PINNODE 31 = B0;
PINNODE 32 = K0;

/* ***** COUNTER ***** */
[K0..1].CK =!CLK & Kscan;
[K0..1].sp = 'b'0;

K0.t = 'b'1;
K1.t = 'b'1 & K0;

/* ***** DECODER ***** */
DEC0 = K1 # K0;
DEC1 = K1 # !K0;
DEC2 = !K1 # K0;

/* ****** PENC & REGISTER ****** */
[K2..3].CK = !Kscan;
[K2..3].sp = 'b'0;

K2.d = (!I1 & I0 # !I3 & I2 & I0);
K3.d = ((!I3 # !I2) & I1 & I0);
Kpress = !I0 # !I1 # !I2 # !I3;

/* ****** Key Control ****** */
[A0..A1].AR ='b'0;
[A0..A1].sp = 'b'0;
[A0..A1].ck = CLK;

sequence[A0, A1]{
      present 0
      OUT Kscan;
      if Kpress next 1;
      default next 0;

      present 1
      OUT Kval;
      if DAC next 2;
      default next 1;

      present 2
      if !Kpress & !DAC next 0;
      default next 2;
}
/* Key Buffer Control */
[B0..B1].CK = !CLK;
[B0..B1].sp = 'b'0;

sequence[B1, B0] {
    present 0
    if Kval & !ACK next 1;
    default next 0;

    present 1
    out DAC, Wreg;
    if !Kval next 2;
    default next 1;

    present 2
    out Dval;
    if ACK next 0;
    default next 2;
}


/* Output Register */
[Q0..3].CK = Wreg;
[Q0..3].sp = 'b'0;

[Q0..3].d = [K0..3];
```

2. Descrição CUPL do SOC

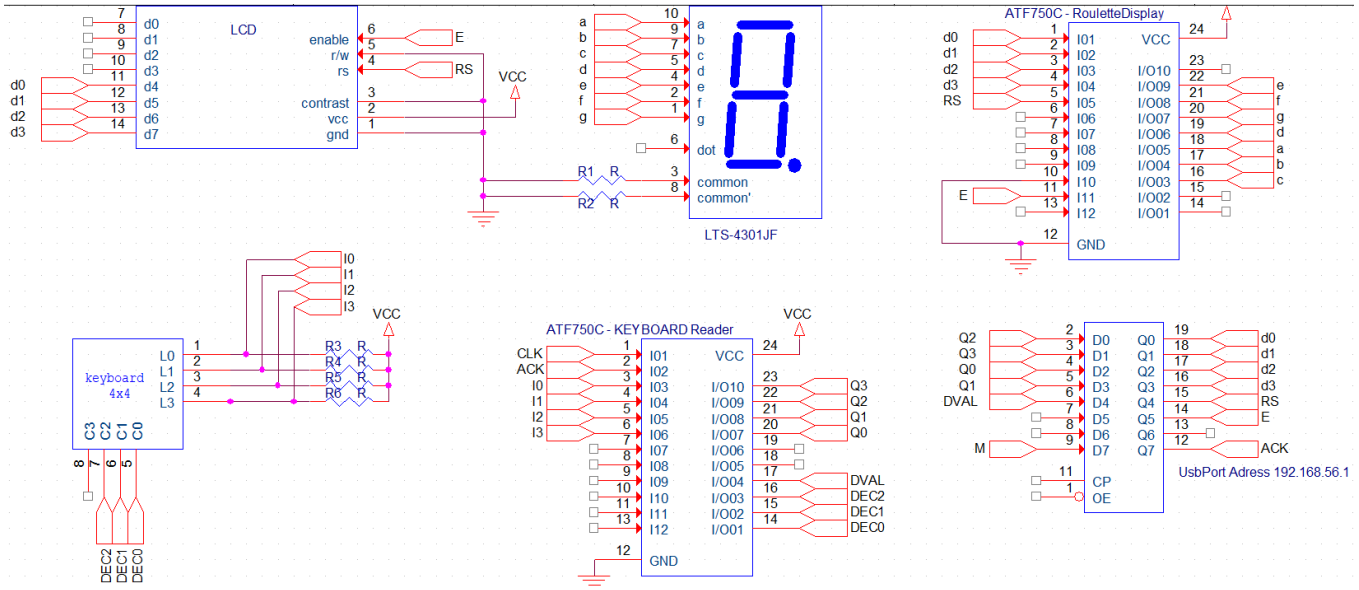
```
Name     SOC ;
PartNo   00 ;
Date     10/10/10 ;
Revision 01 ;
Designer Engineer ;
Company  None ;
Assembly None ;
Location  ;
Device   v750c ;

/* Start Here */
PIN 1 = SS;
PIN 2 = SCLK;
PIN 3 = DATA;
PIN 4 = CLK;

PIN [14..19] = [R0..R5];
PIN 20 = Wrl;
PIN 21 = Wr;
PIN [22..23] = [A0..A1];
PINNODE [26..29] = [R6..R9];
PINNODE 30 = B0;

/** Serial Receiver **/

/**  Shift Register  **/

[R0..R5].ck = SCLK & rwr;
[R0..R5].ar = 'b'0;
[R0..R5].sp = 'b'0;

R0.d = DATA;
$repeat i = [0..4]
R{i + 1}.d = R{i};
$repend

/**  Counter  **/
[R6..8].ck = !SCLK;
[R6..8].ar = Init;
[R6..8].sp = 'b'0;

R6.t = 'b'1;
R7.t = 'b'1 & R6;
R8.t = 'b'1 & R6 & R7;

pFlag = R6 & R7 & R8;
dFlag = !R6 & R7 & R8;

/**  Parity Check  **/

R9.ck = SCLK;
R9.ar = Init;
R9.sp = 'b'0;
R9.d = R9 $ DATA;
Err = R9 & DATA;

/**  Serial Control  **/
[A0..A1].ar = 'b'0;
[A0..A1].sp = 'b'0;
[A0..A1].ck = CLK;

sequence[A0, A1]{

    present 0
    OUT Init;
    if SS next 1;
    default next 0;

    present 1
    OUT rwr;
    IF !SS next 0;
    if dFlag next 2;
    default next 1;

    present 2
    IF !SS next 0;
    if !pFlag next 2;
    if Err next 0;
    default next 3;

    present 3
    OUT DXval;
    if accept & !SS next 0;
    default next 3;
}

/** Dispatcher **/

Wrl = R5 & rdy;
Wr = !R5 & rdy;

/** Dispatcher Control **/
B0.sp = 'b'0;
B0.ar = 'b'0;
B0.ck = CLK;

sequence [B0]{
    present 0
    if DXval next 1;
    default next 0;

    present 1
    OUT rdy, accept;
    if DXval next 1;
    default next 0;
 }
```

3. Descrição CUPL do Roulette Display

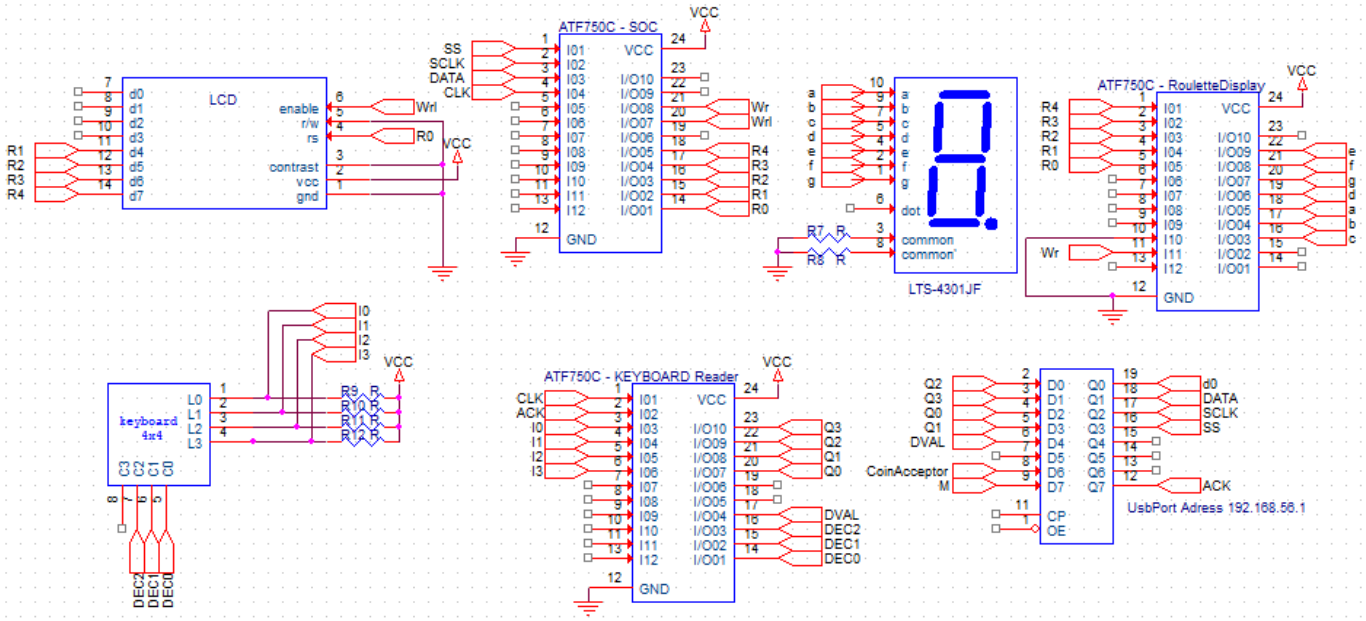
```
Name     rouletteDisplay ;
PartNo   00 ;
Date     14-10-2009 ;
Revision 01 ;
Designer Engineer ;
Company  CCISEL ;
Assembly None ;
Location  ;
Device    v750c ;

/* *************** INPUT PINS *********************/
PIN  [1..5] = [d0..4];
pin  10 = ph;
pin  11 = wr;
/* *************** OUTPUT PINS *********************/
PIN [18,17,16,19,22,21,20] = [a,b,c,d,e,f,g];
pinnode [14,15,25,26,35] = [q0..4];

[q0..4].d = [d0..4];
[q0..4].ck = wr;
[q0..4].ar ='b'0;
[q0..4].sp ='b'0;

field number =[q0..4];
field segments = [ina,inb,inc,ind,ine,inf,ing];
table number => segments{
0=>'b'1111110; 4=>'b'0110011; 8=>'b'1111111; C=>'b'0010000;
1=>'b'0110000; 5=>'b'1011011; 9=>'b'1111011; D=>'b'0001000;
2=>'b'1101101; 6=>'b'1011111; A=>'b'1000000; E=>'b'0000100;
3=>'b'1111001; 7=>'b'1110000; B=>'b'0100000; F=>'b'0000010;
10=>'b'0000001; 12=>'b'0110000; 14=>'b'0001100; 16=>'b'1000010;
11=>'b'1100000; 13=>'b'0011000; 15=>'b'0000110; 17=>'b'0000000;
}

a = ina $ ph;
b = inb $ ph;
c = inc $ ph;
d = ind $ ph;
e = ine $ ph;
f = inf $ ph;
g = ing $ ph;
```

Laboratório de Informática e Computadores Semestre 2020/2021 inverno
Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

1. ORCAD do *RouletteGame* em paralelo (sem SOC)



2. ORCAD do *RouletteGame* em serie (com SOC)



Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

Código Fonte das Classes em java

B. *HAL*

```
import isel.leic.UsbPort;

// Virtualiza o acesso ao sistema UsbPort
public class HAL {

    private static int lastValue;

    public static void main(String[] args) {
        init();
    }

    // Inicia a classe
    public static void init() { out(lastValue = 0); }

    // Retorna true se o bit tiver o valor lógico '1'
    public static boolean isBit(int mask){
        return readBits(mask) != 0;
    }

    // Retorna os valores dos bits representados por mask presentes no
UsbPort
    public static int readBits(int mask) {
      return (~UsbPort.in() & mask);
    }

    // Escreve nos bits representados por mask o valor de value
    public static void writeBits(int mask, int value) {
        clrBits(mask);
        setBits(value & mask);
    }

    // Coloca os bits representados por mask no valor lógico '1'
    public static void setBits(int mask) {
        out(lastValue |= mask);
    }

    // Coloca os bits representados por mask no valor lógico '0'
    public static void clrBits(int mask){
        out(lastValue &= ~mask);
    }

    private static void out(int val){
        UsbPort.out(~val);
    }
}
```

C. *KBD*

```
public class KBD { // Ler teclas. Métodos retornam '0'..'9','#','*' ou
NONE.

    private final static int KVAL_MASK = 0x10; // 0001 0000
    private final static int ACK_MASK = 0x80;  // 1000 0000
    private final static int KBD_MASK = 0x0F;  // 0000 1111
    private final static char[] keyboard =
{'1','4','7','*','2','5','8','0','3','6','9','#'};

    public static void main(String[] args) {
        HAL.init();
        init();
        while(true) System.out.println(waitKey(50000));
    }

    // Inicia a classe
    public static void init() { }

    // Retorna de imediato a tecla premida ou NONE se não há tecla
premida.
    public static char getKey() {
        char key = 0;
        if(HAL.isBit(KVAL_MASK)) {
            key = keyboard[KBD_MASK & HAL.readBits(KBD_MASK)];
            HAL.setBits(ACK_MASK);
            while (HAL.isBit(KVAL_MASK)) ;
            HAL.clrBits(ACK_MASK);
        }return key;
    }

    // Retorna quando a tecla é premida ou NONE após decorrido
'timeout' milisegundos.
    public static char waitKey(long timeout) {
        timeout += System.currentTimeMillis();
        char key;
        do {
            key = getKey();
            if (key != 0) return key;
        } while (System.currentTimeMillis() < timeout);
        return 0;
    }
}
```

Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

D. *SerialEmitter*

```
public class SerialEmitter { // Envia tramas para o módulo Serial
Receiver.
    public enum Destination {RDisplay,LCD};
    private static final int SOCSEL_MASK = 0x08;
    private static final int SDX_MASK = 0x02;
    private static final int CLOCK_MASK = 0x04;

    // Inicia a classe
    public static void init(){
        HAL.writeBits(0x0E, 0);
    }

    // Envia uma trama para o Serial Receiver identificando o destino
em addr e os bits de dados em 'data'.
    public static void send(Destination addr, int data){
        init();
        int p = 0;
        int value;
        int SDX = data;
        HAL.setBits(SOCSEL_MASK);
        if (addr.ordinal() == Destination.LCD.ordinal()){
            HAL.setBits(SDX_MASK);
            ++p;
        }
        SCLK();
        HAL.clrBits(SDX_MASK);

        for (int i = 0; i < 5; ++i){
            value = SDX & 0x01;
            if (value == 0x01){
                HAL.setBits(SDX_MASK);
                ++p;
            }
            SCLK();
            HAL.clrBits(SDX_MASK);
            SDX = SDX >> 1;
        }
        if (p % 2 != 0) HAL.setBits(SDX_MASK);
        SCLK();
        HAL.clrBits(SDX_MASK);
        HAL.clrBits(SOCSEL_MASK);
    }
    private static void SCLK(){
        HAL.setBits(CLOCK_MASK);
        HAL.clrBits(CLOCK_MASK);
    }
}
```

E. *LCD*

```
import isel.leic.utils.Time;

public class LCD { // Escreve no LCD usando a interface a 4 bits.

    public static final int LINES = 2, COLS = 16; // Dimensão do
display.
    private static final int NIBBLE_SIZE = 4, BYTE_SIZE = 8;
    public static final int NIBBLE_MASK = 0x0f, NIBBLE_MASK_SIZE =
0x10;

    private static final int FUNCTION_SET_TO8BIT = 0x03,
FUNCTION_SET_TO4BIT = 0x02;
    private static final int FUNCTION_SET_2LINES = 0x28;
    private static final int DISPLAY_OFF = 0x08;
    private static final int CLEAR_DISPLAY = 0x01;
    private static final int ENTRY_MODE_SET_DIR_RIGHT = 0x06;
    private static final int SET_CGRAM_ADRESS = 0x40;
    private static final int FIRST_INIT_TIME = 15, SECOND_INIT_TIME =
5, THIRD_INIT_TIME = 1, WRITEBYTE_SLEEP_TIME = 10;
    private static final int LINE0 = 0x00, LINE1 = 0x40;
    private static final int CURSOR_ON = 0x0f, DISPLAY_ON = 0x0f;
    private static final int CURSOR_OFF = 0x0c;
    private static final int TIME_TO_WRITE_EACH_CHAR_ANIMATION = 25;

    // Define se a interface com o LCD é série ou paralela
    private static final boolean SERIAL_INTERFACE = true;

    public static void main(String[] args) {
        HAL.init();
        init();
        write(" Roulette Game ");
    }

    // Envia a sequência de iniciação para comunicação a 4 bits.
    public static void init() {
        Time.sleep(FIRST_INIT_TIME);
        writeNibble(false,FUNCTION_SET_TO8BIT);
        Time.sleep(SECOND_INIT_TIME);
        writeNibble(false,FUNCTION_SET_TO8BIT);
        Time.sleep(THIRD_INIT_TIME);
        writeNibble(false,FUNCTION_SET_TO8BIT);
        writeNibble(false,FUNCTION_SET_TO4BIT);
        writeCMD(FUNCTION_SET_2LINES);
        writeCMD(DISPLAY_OFF);
        writeCMD(CLEAR_DISPLAY);
        writeCMD(ENTRY_MODE_SET_DIR_RIGHT);
        writeCMD(DISPLAY_ON);
    }

    // Escreve um nibble de comando/dados no LCD em paralelo
    private static void writeNibbleParallel(boolean rs, int data) {
        if(rs) HAL.writeBits(NIBBLE_MASK_SIZE,0x10);
        else HAL.writeBits(NIBBLE_MASK_SIZE,0);
        HAL.writeBits(0x20,0x20);
        HAL.writeBits(NIBBLE_MASK,data);
```

```
        HAL.writeBits(0x20,0);
    }

    // Escreve um nibble de comando/dados no LCD em série
    private static void writeNibbleSerial(boolean rs, int data) {
        data &= NIBBLE_MASK;
        data <<= 1;
        if (rs) data |= 0x1;
        SerialEmitter.send(SerialEmitter.Destination.LCD, data);
    }

    // Escreve um nibble de comando/dados no LCD
    private static void writeNibble(boolean rs, int data) {
        if(!SERIAL_INTERFACE) writeNibbleParallel(rs,data);
        else writeNibbleSerial(rs,data);
    }

    // Escreve um byte de comando/dados no LCD
    private static void writeByte(boolean rs, int data) {
         int highData = ((data >>> NIBBLE_SIZE) & NIBBLE_MASK);
//Parte Alta do data
         int lowData = (data & NIBBLE_MASK);
//Parte Baixa do data
         writeNibble(rs,highData);
         writeNibble(rs,lowData);
         Time.sleep(WRITEBYTE_SLEEP_TIME);
    }

    // Escreve um comando no LCD
    private static void writeCMD(int data) {
        writeByte(false,data);
    }

    // Escreve um dado no LCD
    private static void writeDATA(int data) {
        writeByte(true,data);
    }

    // Escreve um caráter na posição corrente.
    public static void write(char c) {
        writeDATA(c);
        Time.sleep(TIME_TO_WRITE_EACH_CHAR_ANIMATION);
    }

    // Escreve uma string na posição corrente.
    public static void write(String txt) {
        for (int i = 0; i < txt.length(); i++) {
            write(txt.charAt(i));
        }
    }

    // Envia comando para posicionar cursor ('lin':0..LINES-1 ,
'col':0..COLS-1)
    public static void cursor(int lin, int col) {
        writeCMD(0x80 + (lin==1?LINE1:LINE0) + col);
    }
```

```
    // Envia comando para limpar o ecrã e posicionar o cursor em (0,0)
    public static void clear() {
        writeCMD(CLEAR_DISPLAY); // Clear Display e Coloca o cursor na
posicao 0,0
    }

    public static void saveCustomChar(int charNum){
        writeCMD( SET_CGRAM_ADRESS+(charNum*BYTE_SIZE));
        for(int i = 0; i < BYTE_SIZE; i++) {

writeByte(true,RouletteGameApp.specialChar[i+(charNum*BYTE_SIZE)]);
        }
    }

    public static void customChar(int charNum){
writeByte(true,charNum); }

    public static void customChar(int charNum,int line,int col){
        cursor(line,col);
        writeByte(true,charNum);
    }

    public static void displayCursor(boolean cursor){
        if (cursor) writeCMD(CURSOR_ON);
        else writeCMD(CURSOR_OFF);
    }
}
```

Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

F. *TUI*

```
public class TUI {

    private static final int OFFSET = -1;

    public static void main(String[] Args){
        HAL.init();
        LCD.init();
        init();
        write("test");
    }

    public static void init(){
        //grava carateres especiais
        LCD.saveCustomChar(0);
        LCD.saveCustomChar(1);
        LCD.saveCustomChar(2);
        displayCursor(false);
    }

    public static void write(String text){
        LCD.write(text);
        displayCursor(false);
    }

    public static void write(String text, int line, int col){
        LCD.cursor(line,col);
        LCD.write(text);
        displayCursor(false);
    }

    public static void writeOnCenter(String txt, int line){
        setCursor(line,0);
        int i = 0;
        for(;LCD.COLS >= txt.length()+i*2;++i);
        if(LCD.COLS == txt.length()+i*2) TUI.write(txt,line,i);
        else TUI.write(txt,line,i+OFFSET);   //caso valor seja impar
offset txt +1 para a direita
    }

    public static void clearScreen(){LCD.clear();}

    public static int digitDim(int digit){
        int spaces;
        if(digit < 10) spaces = 1;
        else if(digit < 100) spaces = 2;
        else spaces = 3;
        return spaces;
    }

    public static void setCursor(int line, int col){
        LCD.cursor(line, col);}

    public static void displayCursor(boolean cursor){
        LCD.displayCursor(cursor);}
}
```

Autores: Manuel Henriques Nº47202
Tiago Pardal Nº46206
Miguel Almeida Nº47249

G. *FileAccess*

```
import java.io.*;
import java.util.ArrayList;
import java.util.InputMismatchException;
import java.util.Scanner;

public class FileAccess {
    public static ArrayList<String> load(String fileName, int
initialCapacity) {
        if (initialCapacity <= 2) initialCapacity = 2;
        ArrayList<String> SL = new ArrayList<>(initialCapacity);
        Scanner in = null;
        try {
            in = new Scanner(new FileInputStream(fileName));
            while (in.hasNextLine()) {
                SL.add(in.nextLine());
            }

        } catch (FileNotFoundException | InputMismatchException e) {
            System.out.println("Error loading file \"" + fileName +
"\":\n" + e.getMessage());
        } finally {
            if (in != null) in.close();   // Close the file
        }return SL;
    }

    public static void save(String fileName, ArrayList<String> SL) {
        BufferedWriter out = null;
        try {
            out = new BufferedWriter(new OutputStreamWriter(new
FileOutputStream(fileName)));
            if (SL != null)
                for (String s : SL) {
                    out.write(s);
                    out.newLine();
                }
        } catch (IOException e) {
            System.out.println("Error saving file \"" + fileName +
"\":\n" + e.getMessage());
        }

        try {
            if (out != null) {
                out.flush();
                out.close();  // Close the file
            }
        } catch (IOException e) {
            System.out.println("Error saving file \"" + fileName +
"\":\n" + e.getMessage());
        }
    }
}
```

H. *Stastiscs*

```
class Statistics {

    private final static String STATISTICSFILENAME = "Statistics.txt";
    private final static String ROULETTE_STATSFILENAME =
"Roulette_Stats.txt";
    static int games;
    static int coins;

    public static void init(){
        load();
    }

    public static void addGame(){
        games++;
        save();
    }

    public static void addCoins(int c){
        coins+=c;
        save();
    }
    public static int getGames(){return games;}
    public static int getCoins(){return coins;}

    public static void clear(){
        coins=0;
        games=0;
       //TODO
    }

    //Carrega estatisticas a partir de um ficheiro
    private static void load(){
        clear();
        ArrayList<String> SL=FileAccess.load(STATISTICSFILENAME,2);
        if (SL.size()>=2) {
            games = Integer.parseInt(SL.get(0) );
            coins = Integer.parseInt(SL.get(1) );
        }
        ArrayList<String> RSL =
FileAccess.load(ROULETTE_STATSFILENAME,10);
        for(int i = 0; i < 10; i++){
            String betsWon = "" + RSL.get(i).charAt(2);
            RouletteGameApp.betsWon[i] = Integer.parseInt(betsWon);
            String betsWonValue = "" + RSL.get(i).charAt(4);
            RouletteGameApp.betsWonValue[i] =
Integer.parseInt(betsWonValue);
        }
    }

    // Grava as estatisticas
    public static void save(){
        ArrayList<String> SL=new ArrayList<>(2);
        SL.add(""+games);
        SL.add(""+coins);
        FileAccess.save(STATISTICSFILENAME,SL);
```

```
        ArrayList<String> RSL = new ArrayList<>(10);
        for(int i = 0; i < 10; i++)
            RSL.add(""+ i +";" + RouletteGameApp.betsWon[i] + ";" +
RouletteGameApp.betsWonValue[i]);
        FileAccess.save(ROULETTE_STATSFILENAME,RSL);
    }

}
```

I. *Roulette Display*

```
import java.lang.Math;
import isel.leic.utils.*;

public class RouletteDisplay { // Controla o Roulette Display.

    private static final int MAX_ANIMATION_TIME_ROTATINGSEGMENT = 15;
    private static final int MIN_ANIMATION_TIME_ROTATINGSEGMENT = 5;

    private static final int WR_BIT = 0x40;
    private static final int ANIM_BIT = 0x0a;
    private static final int DISPLAY_OFF = 0x1c;
    private static final int WAIT_TIME = 300;
    private static final int WAIT_TIME_NUMBER = 200;
    private static final int WAIT_TIME_HALF_SECOND = 500;
    private static final int WAIT_TIME_ONE_AND_HALF_SECOND = 1500;
    private static final int WAIT_TIME_TWO_AND_HALF_SECOND = 2500;

    private static final boolean SERIAL_INTERFACE = true;     // Define
se a interface com o LCD é série ou paralela

    public static void main(String[] args) {
        HAL.init();
        init();
        animationRotatingNumbers(7);
    }
    // Inicia a classe, estabelecendo os valores iniciais.
    public static void init() {
        clearDisplay();
    }

    // Envia comando para apresentar o número sorteado
    private static void showNumber(int number) {
        if (SERIAL_INTERFACE){
            SerialEmitter.send(SerialEmitter.Destination.RDisplay,
number);
        }else {
            HAL.clrBits(0xff);
            HAL.setBits(number);
            HAL.setBits(WR_BIT);
        }
    }
```

```
    public static void animationRotatingSegment(){
        int animationDuration = (int) (Math.random() *
(MAX_ANIMATION_TIME_ROTATINGSEGMENT -
MIN_ANIMATION_TIME_ROTATINGSEGMENT + 1) * 1000);
        int stopAnimationTime = (int) (Time.getTimeInMillis() +
animationDuration);
        int i;
        while (true) {
            for (i = 0; i < 6 & stopAnimationTime >
(int)Time.getTimeInMillis(); i++) {
                showNumber(ANIM_BIT + i);
                RouletteGameApp.bet(WAIT_TIME);
            }if(stopAnimationTime < (int)Time.getTimeInMillis())
break;
        }
    }

    public static void animationRotatingNumbers(int rouletteNumber) {
        int animationDuration = 1000;
        int animationTimeForFirstNumbers;
        if(rouletteNumber>=6) animationTimeForFirstNumbers =
animationDuration/(rouletteNumber-3);
        else {
            animationTimeForFirstNumbers = animationDuration /
(rouletteNumber + 10 - 3);
            animationCompleteRotation(rouletteNumber,
animationTimeForFirstNumbers);
        }
        for(int i = 0;i <= rouletteNumber;++i) {
            if ((rouletteNumber-3) > 0)
showNumberAnim(i,animationTimeForFirstNumbers);
            else if ((rouletteNumber-2) > 0)
showNumberAnim(i,WAIT_TIME_HALF_SECOND);
            else if((rouletteNumber-1) > 0)
showNumberAnim(i,WAIT_TIME_ONE_AND_HALF_SECOND);
            else if(i <= rouletteNumber)
showNumberAnim(i,WAIT_TIME_TWO_AND_HALF_SECOND);
        }
    }

    private static void animationCompleteRotation(int
rouletteNumber,int animationTimeForFirstNumbers){
        for(int i = 0;i <= 9;++i) {
            if ((i+3) <= (rouletteNumber+10)) showNumberAnim(i,
animationTimeForFirstNumbers);
            else if ((i+2) <= (rouletteNumber+10)) showNumberAnim(i,
WAIT_TIME_HALF_SECOND);
            else if ((i+1) <= (rouletteNumber+10)) showNumberAnim(i,
WAIT_TIME_ONE_AND_HALF_SECOND);
        }
    }

    private static void showNumberAnim(int number,int time){
        showNumber(number);
        Time.sleep(time);
    }
```

```
    public static void blinkNumber(int number){
        for(int i=0; i < 10;i++){
            Time.sleep(WAIT_TIME_HALF_SECOND);
            showNumber(DISPLAY_OFF);
            Time.sleep(WAIT_TIME_NUMBER);
            showNumber(number);
        }
    }

    public static void clearDisplay(){
        showNumber(DISPLAY_OFF);
    }
}
```

J. *M*

```
public class M {

    public static char maintenanceMenu() {
        RouletteGameApp.checkIfMaintenanceButtonOff();
        char pressed = '?';
        boolean b = false;
        int c = 1;
        TUI.clearScreen();
        TUI.write(" On Maintenance ");
        while (pressed != '0' & pressed != '#' & pressed != '*' &
pressed != '8'){
            RouletteGameApp.checkIfMaintenanceButtonOff();
            int i = b ? 1 : 0;
            TUI.write(RouletteGameApp.KEYOPTIONS[i], 1, 0);
            pressed = KBD.waitKey(RouletteGameApp.WAIT_TIME_5SEC);
            b = !b;
        }return pressed;
    }
}
```

K. *RouletteGame - App*

```
import java.lang.Math;

public class RouletteGameApp {

    private static final int MAX_BET = 9;
    private static final int COIN_VALUE = 2;
    private static final int MIN_ROL_NUM = 0;
    private static final int MAX_ROL_NUM = 9;
    private static final int MAINTENANCE_COINS = 100;

    private static final int MAINTENANCE_BUTTON = 0x80;
    static int[] betsWon = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
    static int[] betsWonValue = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
    private static final int[] currentBets = {0,0,0,0,0,0,0,0,0,0};
    public static final String[] KEYOPTIONS = {"0-Stats #-Count ", "*-
Play  8-ShutD "};

    private static int totalCoins = 0;
```

```
    private static int coinsAvailable = 0;
    private static int rouletteNumber;

    public static final int WAIT_TIME_5SEC = 5000; //5seg

    public static void main(String[] args){
        init();
        gameRotation(false);
    }

    private static void init(){
        HAL.init();
        KBD.init();
        LCD.init();
        RouletteDisplay.init();
        TUI.init();
        Statistics.init(); // Load's previous Statistics from
Statistics.txt file
    }

    public static int[] specialChar =

{0,0b00011111,0b00010001,0b00010101,0b00010001,0b00011111,0,0,   // 0

0,0b00011111,0b00010101,0b00010001,0b00010101,0b00011111,0,0,    // 1

0,0b00011111,0b00010011,0b00010101,0b00011001,0b00011111,0,0};   // 2

    private static void gameRotation(boolean maintenance){
        while(true) {
            coinsAvailable = (maintenance)? MAINTENANCE_COINS :
totalCoins;
            if(!maintenance){firstMenu();
            while (coinsAvailable == 0){
                if (CoinAcceptor.checkForInsertedCoin()) addCoin();
            }
                waitforPlay();

            }
            betsMenu();
            char currentKey;
            while (true) {
                currentKey = readKey();
                placeBet(currentKey - '0');
                updateTotalCoins();

                if (currentKey == '#') {
                    rouletteRoll();

RouletteDisplay.animationRotatingNumbers(rouletteNumber);
                    calculateWinsAndLosses();
                    if(!maintenance) totalCoins = coinsAvailable;
                    break;
                }
            }
            clearPlacedBets();
            RouletteDisplay.clearDisplay();
```

```
            if(maintenance) maintenanceOptions(M.maintenanceMenu());
        }
    }

    private static void firstMenu(){
        TUI.clearScreen();
        TUI.write(" Roulette Game  ",0,0);
        TUI.setCursor(1,0);
        for(int i=0;i<3;i++){
            TUI.write(" " + ((char)(i+'1')) + " ");
            LCD.customChar(i);
        }
        TUI.setCursor(1,15-TUI.digitDim(coinsAvailable));
        TUI.write("$" + coinsAvailable);
    }

    private static void betsMenu(){
        TUI.clearScreen();
        TUI.setCursor(1,0);
        TUI.write("0123456789  ");
        TUI.setCursor(1,15-TUI.digitDim(coinsAvailable));
        TUI.write("$" + coinsAvailable);
    }

    public static void bet(int time){
        char currentKey = KBD.waitKey(time);
        placeBet(currentKey - '0');
        updateTotalCoins();
    }

    private static void rouletteRoll(){
        rouletteNumber= (int)(Math.random()*(MAX_ROL_NUM - MIN_ROL_NUM
+1));
        RouletteDisplay.animationRotatingSegment();
    }

    private static void updateTotalCoins(){
        TUI.setCursor(1,14-TUI.digitDim(coinsAvailable));
        TUI.write(" $" + coinsAvailable);
    }

    public static int addCoin() {
        coinsAvailable += COIN_VALUE;
        updateTotalCoins();
        return coinsAvailable;
    }

    private static void coinPlacedOnBets(){
        coinsAvailable -= 1;
    }

    private static void placeBet(int bet){
        LCD.cursor(0,bet);
        if(bet>=0 && currentBets[bet]<MAX_BET && coinsAvailable>0){
            coinPlacedOnBets();
            TUI.write(String.valueOf(++currentBets[bet]));
        }
```

```
    }

    private static void clearPlacedBets(){ for(int n=0;n<=9;n++)
currentBets[n] = 0; }

    private static void calculateWinsAndLosses(){
        int won = 0, lost = 0, coinsWonLoss;
        String winOrLoss;
        for(int n=0;n<=9;n++){
            if(n == rouletteNumber) won = currentBets[n];
            else if(currentBets[n]>0) lost += currentBets[n];
        }
        if(won!=0) won*=2;
        coinsWonLoss = won-lost;
        coinsAvailable += won;
        winOrLoss = (coinsWonLoss > 0)?"W":"L";
        coinsWonLoss = Math.abs(coinsWonLoss);
        TUI.write(winOrLoss + "$" + coinsWonLoss,0,14-
TUI.digitDim(coinsWonLoss));
        RouletteDisplay.blinkNumber(rouletteNumber);
    }

    private static char readKey(){
        char key = 0;
        while (key == 0) key = KBD.getKey();
        return key;
    }

    public static void waitforKey(char keyExpected){
        char key = 0;
        while (key != keyExpected) key = KBD.getKey();
    }

    private static void waitforPlay(){
        char key = 0;
        while (key != '*'){
            if (CoinAcceptor.checkForInsertedCoin()) addCoin();
            key = KBD.getKey();
            checkIfMaintenanceButtonOn();
        }
    }

    private static void checkIfMaintenanceButtonOn(){
        if(HAL.readBits(MAINTENANCE_BUTTON) == MAINTENANCE_BUTTON) {
maintenanceOptions(M.maintenanceMenu());}
    }

    public static void checkIfMaintenanceButtonOff(){
        if(HAL.readBits(MAINTENANCE_BUTTON) != MAINTENANCE_BUTTON)
gameRotation(false);
    }

    private static void maintenanceOptions(char pressed){
        if(pressed == '0') {
            TUI.clearScreen();
            int line = 1;
            TUI.write(""+(line-1)+": -> "+betsWon[line-1]+"
```

```
$:"+betsWonValue[line-1],0,0);
            TUI.write(""+line+": -> "+betsWon[line]+"
$:"+betsWonValue[line],1,0);
            char key = KBD.waitKey(WAIT_TIME_5SEC);
            do {
                if(key == '2' && line > 1) --line;
                if(key == '8' && line < 9) ++line;
                if(key != '8' && key != '2') break;
                TUI.write(""+(line-1)+": -> "+betsWon[line-1]+"
$:"+betsWonValue[line-1],0,0);
                TUI.write(""+line+": -> "+betsWon[line]+"
$:"+betsWonValue[line],1,0);
                key = KBD.waitKey(WAIT_TIME_5SEC);
            }while(key != 0);
        }else if(pressed == '#'){
            TUI.clearScreen();
            TUI.write("Games: " + Statistics.getGames(),0,0);
            TUI.write("Coins: " + Statistics.getCoins(),1,0);
            char key = KBD.waitKey(WAIT_TIME_5SEC);
        }else if(pressed == '*') gameRotation(true);
        else if(pressed == '8') shutdownMenu();
        checkIfMaintenanceButtonOn();
    }

    private static void shutdownMenu(){
        TUI.write("    Shutdown    ",0,0);
        TUI.write("5-Yes  other-No ",1,0);
        char key = KBD.waitKey(WAIT_TIME_5SEC);
        if (key == '5') {
            Statistics.save();  //Saves scores and stats to
Statistics.txt file
            System.exit(0);

        }M.maintenanceMenu();
    }
}
```