

Sistemes Digitals

Examen Final. 7 de juny de 2019

Temps per a la resolució: 2 hores.

1 Problema: Assistent d'aparcament (50%)

L'objectiu d'aquest exercici és dissenyar un assistent d'aparcament similar al que tenen els cotxes moderns quan van marxa enrere. En funció de la distància a la qual hi ha un obstacle, es genera un avís acústic:

- Quan es detecta un obstacle a menys d'un metre de distància, s'emet un to (realment un senyal quadrat) de freqüència 500 Hz fent intermitències d'un segon (mig segon de to i mig segon en silenci).
- Quan es detecta un obstacle a menys de trenta centímetres, l'indicador acústic ha de sonar de forma continuada a freqüència 625 Hz.

Dissenyeu un mòdul VHDL que ofereixi el comportament descrit. Aquest ha de tenir una entrada **activa** d'1 bit, que s'activa ('1') quan el vehicle va marxa enrere, una entrada **sensor** de 8 bits per la que es rep la distància en centímetres de l'objecte més proper (si la distància és superior a 2 metres el sensor reporta 2 metres) i un senyal de rellotge **clk** d'1 bit. També ha de comptar amb la sortida **timbre** d'1 bit, per la que s'emet el to.

Per resoldre l'exercici responeu a les següents preguntes:

- Descriviu la forma correcta de gestionar les entrades **activa** i **sensor**, si poden canviar de forma asíncrona al sistema.
- Descriviu la forma correcta de generar la sortida **timbre** si el rellotge del sistema és de 10 kHz.
- Definiu el diagrama de blocs del sistema complet.
- Escriviu l'**entity** i **architecture** del sistema (ha de ser sintetitzable i síncron). Definiu acuradament cadascun dels senyals interns del vostre disseny.
- Dibuixeu un cronograma detallat que verifiqui el correcte funcionament del sistema.

2 Test (30 %)

Les respostes errònies descompten 0.1 punts.

1. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte el llenguatge VHDL:
 - a) La sentència **after** és sintetitzable.
 - b) Un **process** pot incloure la sentència **with ... select**.
 - c) Dins un **process**, l'ordre amb que s'escriuen les sentències no és important.
 - d) Un **process** és una sentència concurrent.

2. Considereu el vector "10100110" representat en complement a dos. Indiqueu quin és el seu valor en decimal:
- a) 90.
 - b) -90.
 - c) -89.
 - d) 166.
3. Indiqueu quina de les següents afirmacions és falsa respecte el Mini AVR:
- a) La unitat de control s'encarrega de descodificar les instruccions i activar els senyals de control cap a la resta de mòduls.
 - b) El registre d'estat s'utilitza per emmagatzemar l'estat de l'última operació de la ALU.
 - c) L'escriptura als registres és síncrona.
 - d) La unitat de control conté les instruccions que ha d'executar el Mini AVR.
4. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte les instruccions del Mini AVR:
- a) La instrucció *Add with Carry* (ADC) s'anomena així perquè permet activar el bit de carry del registre d'estat.
 - b) La instrucció MOV requereix la ALU per executar-se.
 - c) En l'última versió del Mini AVR explicat a classe, les úniques operacions lògiques que permet executar la ALU són AND i OR.
 - d) La instrucció NOP manté l'apuntador de la memòria de programa a la mateixa posició.
5. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte les instruccions del Mini AVR:
- a) La instrucció LDI permet carregar el valor d'una constant k a una adreça de la memòria RAM.
 - b) La instrucció LD permet carregar el contingut d'una adreça de la memòria RAM a un registre.
 - c) La instrucció OUT permet carregar el valor d'una constant k a una adreça dels ports d'entrada / sortida.
 - d) La instrucció IN permet carregar el contingut d'un registre a una adreça de la memòria RAM.
6. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte les instruccions del Mini AVR:
- a) La instrucció RJMP 0 fa que l'apuntador a la memòria de programa es mantingui en la mateixa posició.
 - b) La instrucció BREQ implementa un salt condicional en funció del valor del flag carry del registre d'estat.
 - c) La instrucció BRNE implementa un salt condicional en funció del valor del flag zero del registre d'estat.
 - d) La instrucció RJMP 3 implementa un salt a la tercera posició de la memòria de programa.
7. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte el següent codi VHDL:

```

architecture behav of crono is
    signal flag1, flag2, flag3 : std_logic := '0';
    signal Q : unsigned(1 downto 0) := "00";

    process (clk) is
    begin
        if rising_edge(clk) then
            Q <= "00";
            Q <= Q + 1;
            flag1 <= '1';
            if Q = "10" then
                Q <= "00";
                flag1 <= '0';
            end if;
        end if;
    end process;
    flag2 <= '1' when (Q < "01") else '0';
    flag3 <= flag1 xor flag2;
end behav;

```

- a) El comptador Q es reinicia cada 4 cicles de clk.
- b) flag1 valdrà sempre '0'.
- c) flag2 valdrà sempre '0'.
- d) flag3 valdrà sempre '1'.

8. Quina de les següents afirmacions és certa respecte l'execució del següent codi ensamblador:

```

LDI r16, xAA
LDI r17, x55
AND r17, r16
BREQ +1
RJMP -3
...

```

- a) Es realitza un bucle infinit.
- b) La instrucció RJMP -3 no s'executa.
- c) El contingut del registre r16 acaba siguent 0.
- d) El contingut del registre r17 acaba siguent xFF.

9. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte l'adreçament indirecte:

- a) La instrucció ST permet carregar el contingut d'una posició de la memòria de dades a un registre.
- b) S'anomena adreçament *indirecte* perquè per carregar un valor a la memòria de dades primer s'ha de guardar a un registre.
- c) Per apuntar a una adreça de la memòria de dades aquesta s'ha de carregar prèviament als registres R27 i R26.
- d) El senyal `port_we` serveix per habilitar l'escriptura a la memòria de dades.

10. Indiqueu quina de les següents afirmacions és certa respecte el timer del Mini AVR:

- a) Mentre el `timer` està comptant, l'apuntador a la memòria de programa del Mini AVR no canvia de valor.
- b) Per modificar el valor del `timer_limit` és necessari utilitzar la instrucció `OUT`.
- c) Per modificar el valor del `prescaler` és necessari utilitzar la instrucció `OUT`.
- d) Per llegir el `timer_state` cal accedir a l'adreça `x02` de la memòria RAM.

3 Questions (20 %)

1. Describe the `timer` implemented for the Mini AVR. Which is the correct procedure to interact with it from the Mini AVR processor point of view?

Considering a clock frequency of 20 MHz, determine a `prescaler` and `timer_limit` values to accomplish a 50 milliseconds delay. Write the corresponding Mini AVR instruction code.

(English: 100 %, Catalan: 50 %).

2. In the Mini AVR, the data that is to be stored to the registers can come from different signals. Explain all the available input sources for the registers (use last version explained in class). (English: 100 %, Catalan: 50 %).