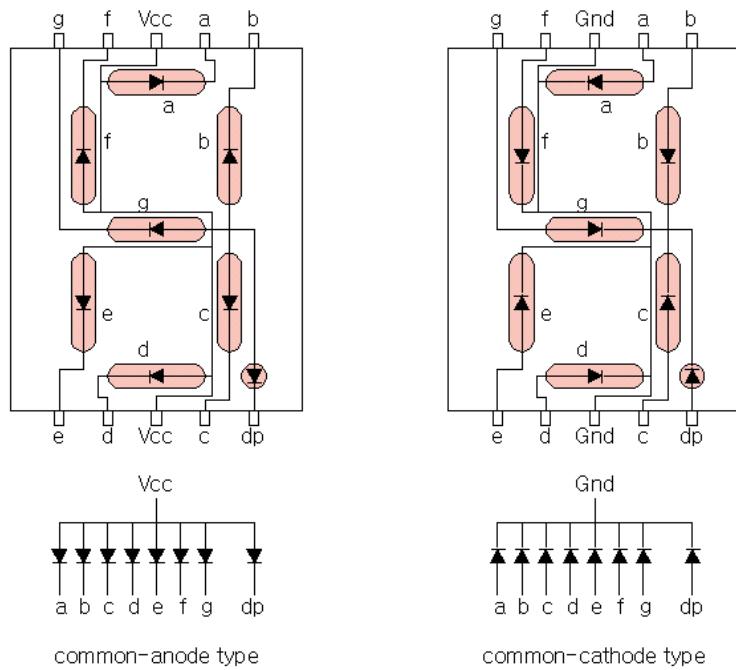


Лабораториска вежба 6

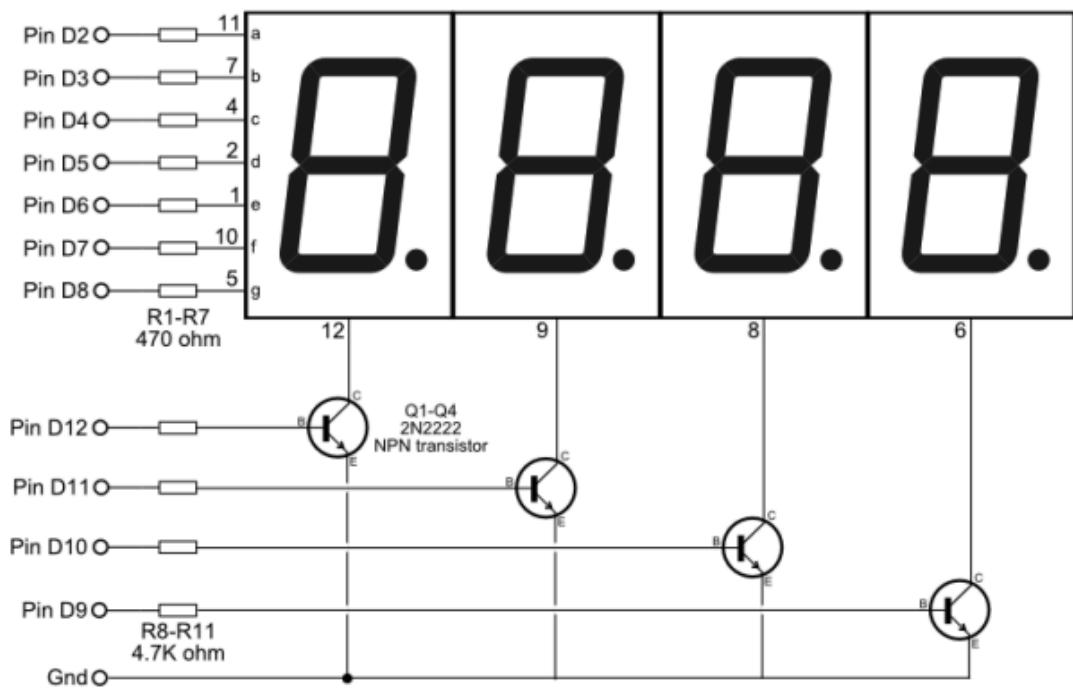
Управување на седум-сегментни дисплеи со FPGA чип

Напомена: Следната лабораториска вежба подразбира имплементација на VHDL дизајн на физички хардвер, конкретно FPGA компонент од типот AMD ‘Spartan 7’. За таа цел оваа лабораториска вежба ќе се работи во софтверот Xilinx Vivado.

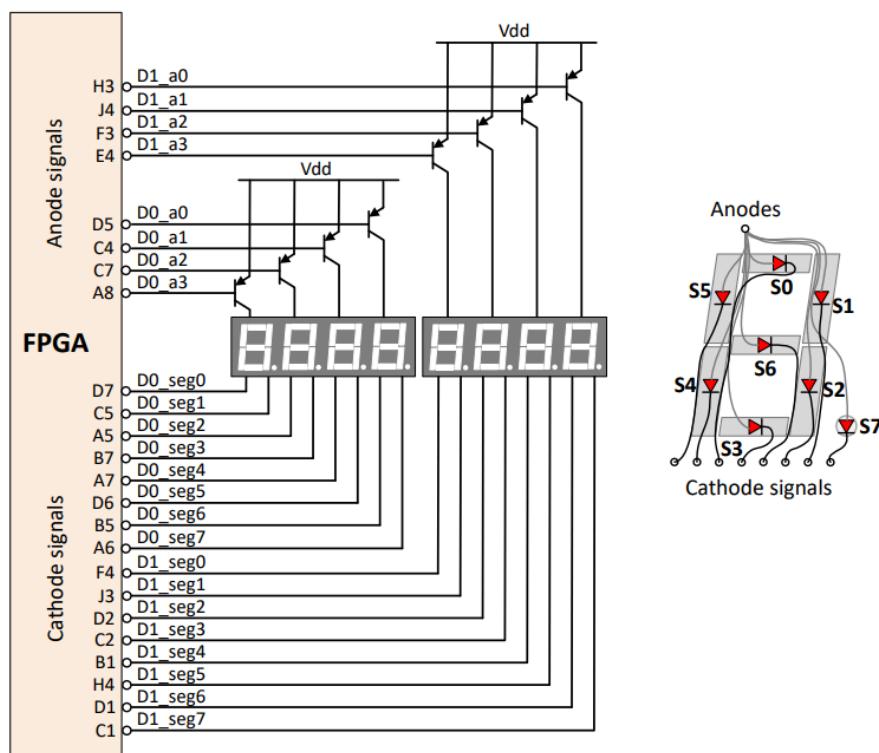
Инструкции: Седум-сегментен дисплей е изграден од поединечни LED диоди распоредени во шема во форма на бројот 8 поврзани на начините илустрирани на Слика 1. Секоја LED диода/сегмент може да биде индивидуално осветлена, така што ќе се прикаже една од 128 можни шеми. Развојната плочка Boolean Board содржи два 4-цифрени седум-сегментни дисплеи (вкупно 8 цифри) кои користат конфигурација на заедничка анода (шема на поединечен дисплей на Слика 2 и на поврзување со FPGA компонент од Boolean Board на Слика 3). За да се напојува една цифра, потребно е да биде напоена соодветната анода од дисплејот (активна на ниско логично ниво), а потоа поединечните катоди (исто така активни на ниско логичко ниво). На овој начин во еден временски момент можат да се вклучат поединечните сегменти од една цифра од еден од четирицифрени дисплеи. За да се вклучат различни цифри, потребно е истите временски да се мултиплексираат, односно, во еден момент од времето работи една цифра, во друг втора, трет трета, четврт четврта. Поради перцепција на човековиот вид, доколку ова мултиплексирање се направи доволно брзо, нема да биде забележливо дека една цифра се гаси па друга се пали, туку сите цифри ќе изгледаат како да светат истовремено. Практично, ова се изведува со употреба на бројач и делител на фреквенција каде што секоја состојба дава активацијски сигнал на поединечна анода односно цифра, заедно со податок кој треба да биде претставен на истата (илустриран период на Слика 4).



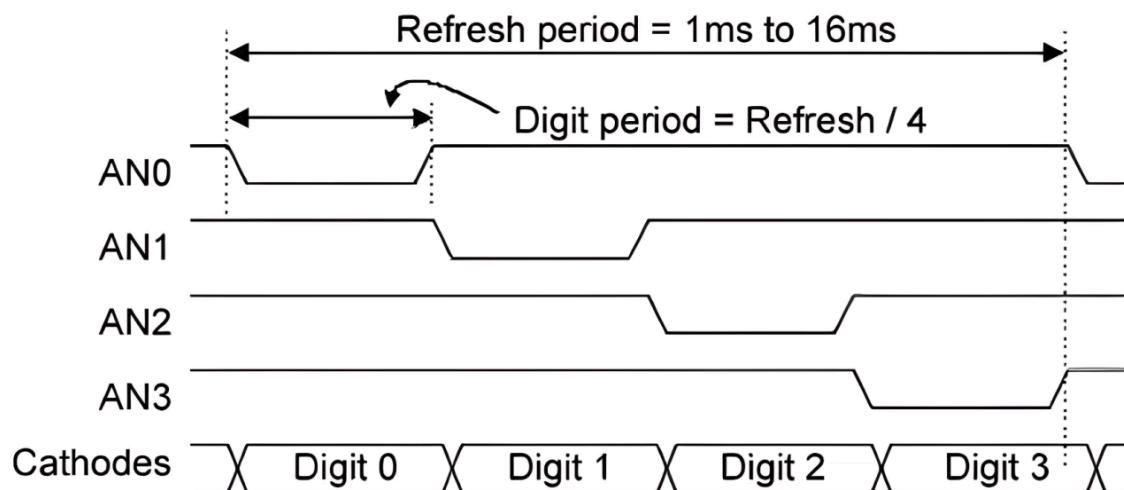
Слика 1. Пин конфигурација на седум-сегментен дисплей



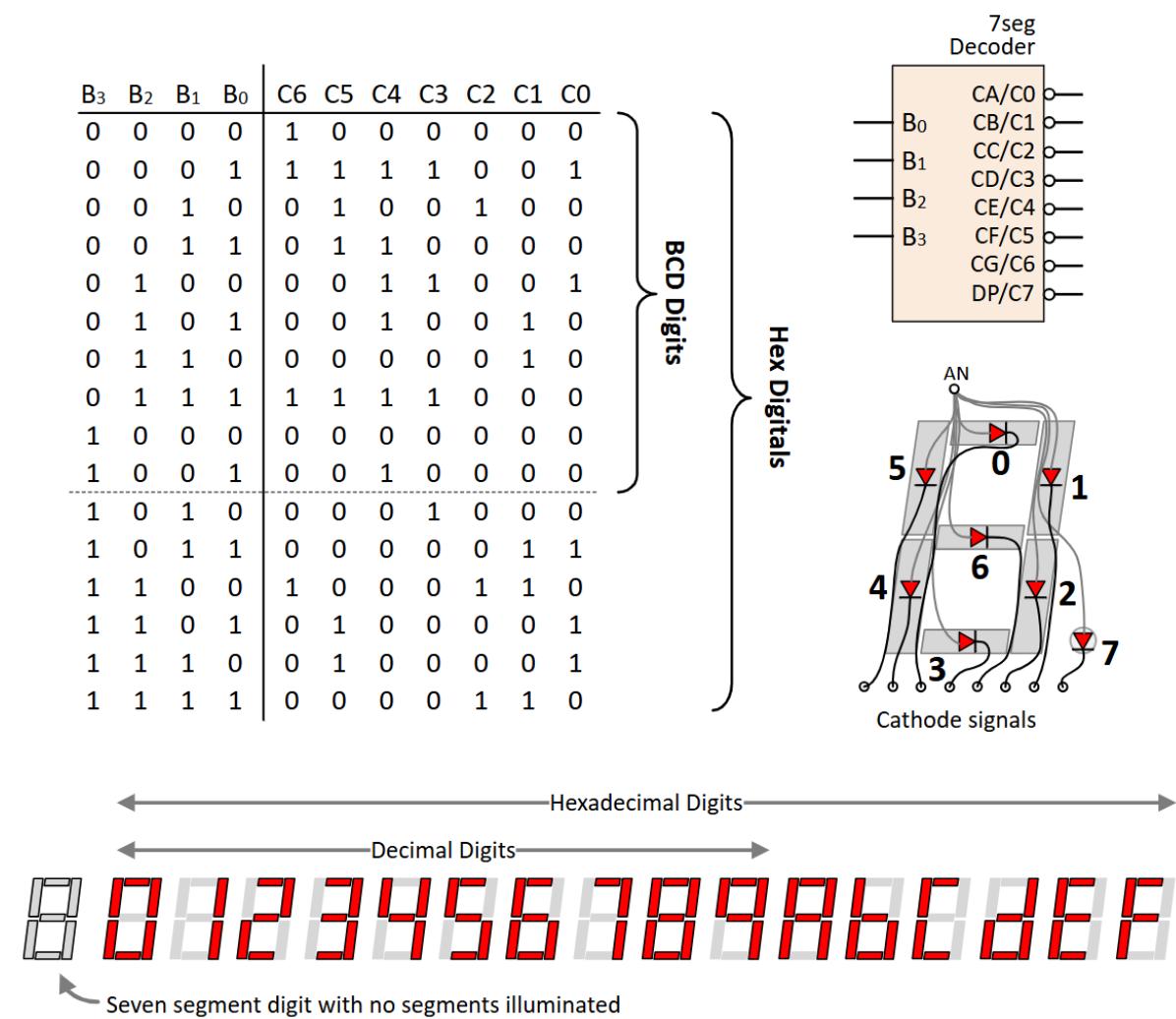
Слика 2. Шема на common anode четири цифрен седум-сегментен дисплеј



Слика 3. Поврзување на два четири цифрени седум-сегментни дисплеи со FPGA компонент кај Boolean Board



Слика 4. Период на активација на поединечни цифри од четири цифрен common anode седум-сегментен дисплеј



Слика 5. Шема за активација на цифри за common anode седум-сегментен дисплеј

Пример: Иsectок од VHDL код за прикажување на цифри на четири поединечни седум-сегментни дисплеи од четирицифрен дисплей со заедничка анода при селекција.

```
LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;

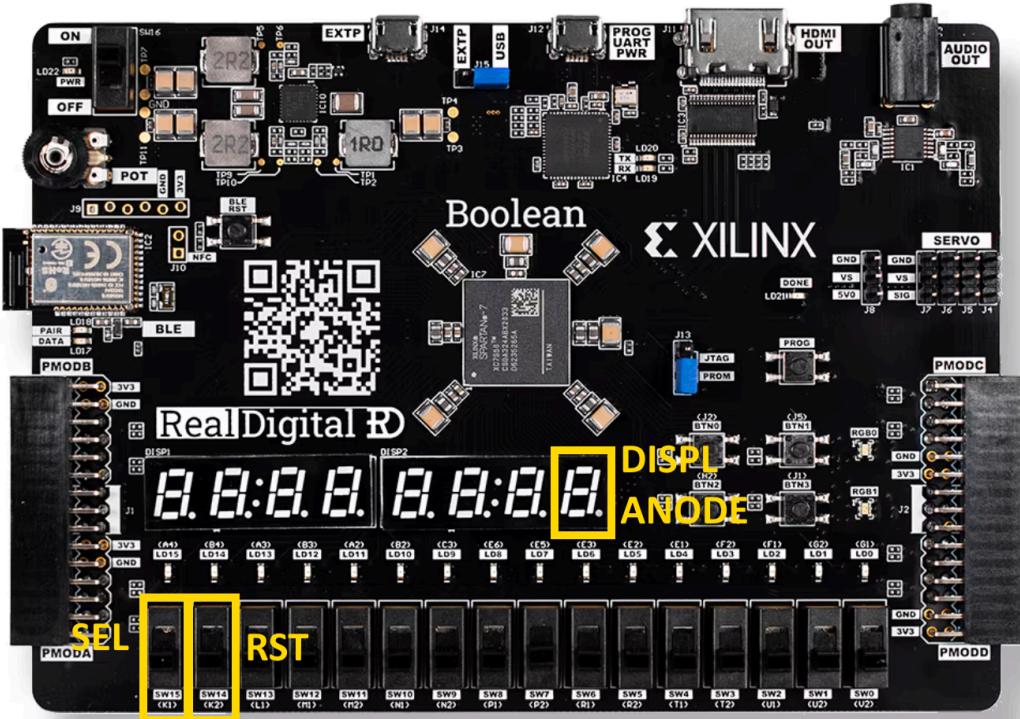
ENTITY PRIMER IS
PORT(
    SEL: IN STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNTO 0);
    DISPLAY: OUT STD_LOGIC_VECTOR(6 DOWNTO 0);
    ANODE: OUT STD_LOGIC_VECTOR(2 DOWNTO 0)
);
END PRIMER;

ARCHITECTURE BEHAVIORAL OF PRIMER IS

BEGIN
    PROCESS(SEL)
    BEGIN
        CASE SEL IS
            WHEN "000" =>
                DISPLAY <= "1000000"; -- prikazhi cifra nula
                ANODE <= "1110"; -- na chetvrtiot karakter od displejot
            WHEN "001" =>
                DISPLAY <= "1111001"; -- prikazhi cifra eden
                ANODE <= "1110"; -- na chetvrtiot karakter od displejot
            WHEN "010" =>
                DISPLAY <= "0100100"; -- prikazhi cifra dva
                ANODE <= "1101"; -- na tretiot karakter od displejot
            WHEN "011" =>
                DISPLAY <= "0110000"; -- prikazhi cifra tri
                ANODE <= "1101"; -- na tretiot karakter od displejot
            WHEN "100" =>
                DISPLAY <= "0011011"; -- prikazhi cifra chetiri
                ANODE <= "1011"; -- na vtoriot karakter od displejot
            WHEN "101" =>
                DISPLAY <= "0010010"; -- prikazhi cifra pet
                ANODE <= "1011"; -- na vtoriot karakter od displejot
            WHEN "110" =>
                DISPLAY <= "0000010"; -- prikazhi cifra shest
                ANODE <= "0111"; -- na prviot karakter od displejot
            WHEN "111" =>
                DISPLAY <= "1111000"; -- prikazhi cifra sedum
                ANODE <= "0111"; -- na prviot karakter od displejot
            WHEN OTHERS =>
                DISPLAY <= (OTHERS => '1'); -- site leds se izgaseni
                ANODE <= (OTHERS => '1'); -- nema ni aktiven karakter
        END CASE;
    END PROCESS;
END BEHAVIORAL;
```

1. Потребно е да се реализира VHDL управувач на едноцифрен седум-сегментен дисплеј со чија употреба ќе се изработи бројач на цифрте од 0 до 9 нагоре и надолу. Бројачот да се изработи како **конечен автомат** со претходно дефинирани **состојби**. Да се реализира хардверското решение на развојната плочка Boolean Board со влезни и излезни порти поставени според Табела 1 и визуелизирали на Слика 6. Да се испроба функционалноста на реализираниот бројач во двата режими и да се согледаат излезите од истиот.

Опис	FSM Пин	Boolean Board Пин	Тип на уред
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_6$	D1	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_5$	H4	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_4$	B1	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј(излез)	$\neg \text{DISPL}_3$	C2	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_2$	D2	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_2$	J3	Бела Лед Диода
Бит од дисплеј (излез)	$\neg \text{DISPL}_0$	F4	Бела Лед Диода
Анода од дисплеј(излез)	$\neg \text{ANODE}_3$	E4	Бела Лед Диода
Анода од дисплеј(излез)	$\neg \text{ANODE}_2$	F3	Бела Лед Диода
Анода од дисплеј(излез)	$\neg \text{ANODE}_1$	J4	Бела Лед Диода
Анода од дисплеј(излез)	$\neg \text{ANODE}_0$	H3	Бела Лед Диода
Такт сигнал (влез)	CLK	F14	Кристален осцилатор
Селекција (влез)	UP	K1	Лизгачки прекинувач
Пин за рестарт (влез)	RST	K2	Лизгачки прекинувач

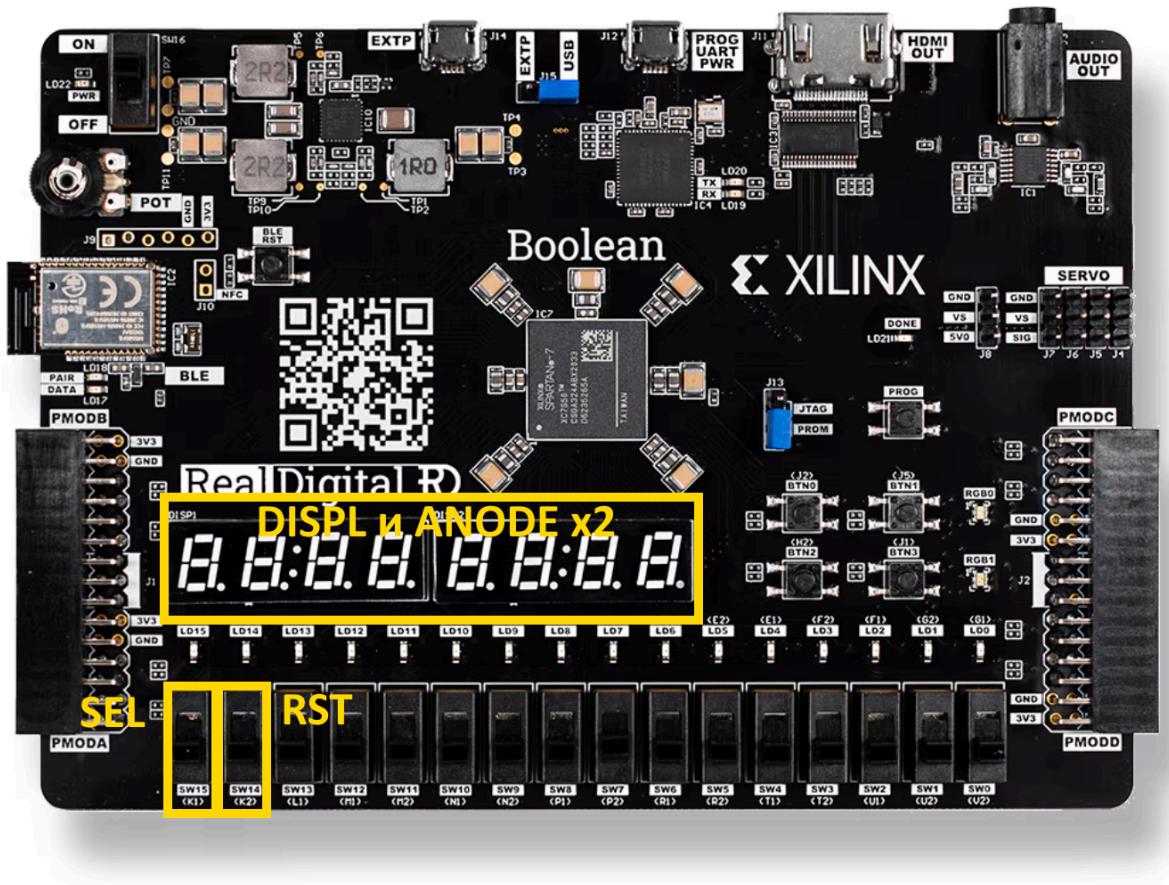


Слика 6. Елементи од бараната компонентта обележани на Boolean Board

2. Потребно е да се реализира VHDL управувач на седум-сегментни дисплеи со осум карактери за претставување на кириличен текст со големи букви во форма на **бројач** изработен како **конечен автомат** со претходно дефинирани **состојби**. Еден седум-сегментен дисплей може правилно да ги претстави следните големи кирилични букви: А, Б, В, Г, Е, З, Ј, Н, О, П, Р, С, У и Ч. Системот работи така што на секои три секунди редоследно на осумте седум-сегментни карактери (два дисплеи од по четири) се покажува по еден од зборовите: РАЗГОВОР, ПРОВЕРЕН, ЗАПРЕГНО, ПРЕЗЕМЕН, БРАНУВАН, ПОРАБЕНО, ПРЕГРЕАН, ОБЈАВЕНА, НАБРОЕНО и СОЧУВАНО. Да се реализира хардверското решение на развојната плочка Boolean Board со влезни и излезни порти поставени според Табела 1 (за почеток) и визуелизирали на Слика 7. Да се испроба функционалноста на системот и да се согледаат излезите од истиот.

Важно: Со помош на Слика 3 пронајдете ги останатите влезни и излезни порти за управување на другиот четири цифрен седум-сегментен дисплей.

Совет: Системот може да функционира на следниот начин – еден глобален конечен автомат кој ги одборојува сите барани зборови во чии состојби се сместени вгнездени бројачи кои секвенцијално ги активираат поединечните карактери од дисплејот така што би дошло до илузија дека истите се вклучени одеднаш. Поточно, на секои п такт циклуси после кои што би поминале три секунди, глобалниот конечен автомат влегува во нова состојба, додека за време на тие тие три секунди, на секои неколку милисекунди се вклучува еден од четирите карактери од двата четири цифрени седум-сегментни дисплеи прикажувајќи го зборот кој соодветствува на состојбата.



Слика 7. Елементи од бараната компонентта обележани на Boolean Board