

Fundamentos de Arquitectura de Computadores

Laboratório # 9 — Unidade de controlo para um semáforo de peões

1 Objectivo

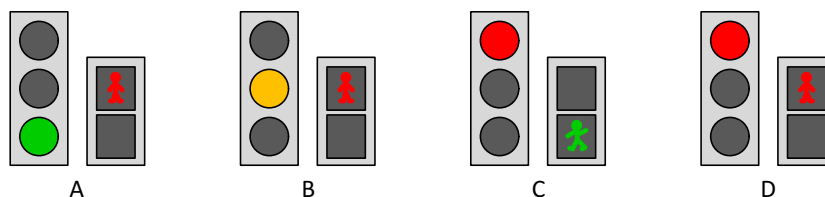
O objectivo deste trabalho é realizar o projecto de um circuito sequencial que se comporta como uma unidade de controlo para um par de semáforos peão—veículo. O trabalho envolve também o controlo de um temporizador que define o tempo que o semáforo fica verde para os peões.

2 Descrição do problema

Pretende-se projectar um novo sistema de controlo do semáforo para os peões semelhante ao que existe na Avenida das Forças Armadas, perto do ISCTE. A ideia é introduzir duas melhorias ao sistema:

- colocar o semáforo a dar prioridade aos peões logo após uma pessoa carregar no botão;
- definir a duração do intervalo de tempo em que o sinal fica verde para os peões.

O semáforo para os peões e o semáforo para os veículos deverão acender de acordo com a sequência representada na figura seguinte: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow \dots$ e assim sucessivamente.



Uma vez que só se dará prioridade aos peões quando há um pedido para atravessar, o circuito de controlo mantém os semáforos na situação A à espera que um peão carregue no botão para atravessar. Quando isso acontece, o semáforo para os veículos irá fechar, passando primeiro pela situação B, e ficando depois na situação C durante um período de tempo pré-definido. Após esse período de tempo, o semáforo para os peões fecha (situação D), e o circuito volta a ficar em espera na situação A, até que alguém volte a carregar no botão para atravessar.

3 Arquitectura do sistema

A arquitectura do sistema a desenvolver encontra-se representada na figura 1.

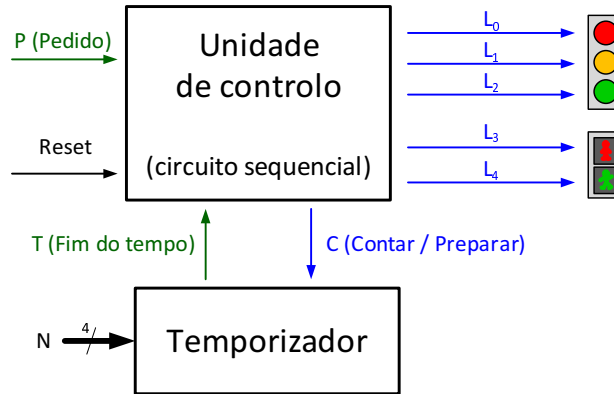


Figura 1: Arquitectura do sistema.

Como se pode observar na figura, o sistema é composto por dois módulos: uma unidade de controlo e um temporizador. A unidade de controlo é responsável por comandar as luzes e o temporizador; o temporizador serve para definir o intervalo de tempo em que o semáforo fica aberto para os peões. O projecto relativo a este trabalho centra-se exclusivamente na unidade de controlo.

3.1 Unidade de controlo

A unidade de controlo é um circuito sequencial que tem dois sinais de entrada: o sinal *P (Pedido)* e o sinal *T (Fim do tempo)* (inclui também um sinal de **Reset**, mas este tem um tratamento especial, que não faz parte do projecto do circuito sequencial). O sinal *P* corresponde à acção do peão quando carrega no botão do semáforo, para poder atravessar. O sinal *T* vem do temporizador, que indica à unidade de controlo que terminou o tempo em que o sinal esteve verde para os peões.

Para além das saídas L_0 a L_4 que servem para apagar/acender as luzes dos semáforos, a unidade de controlo tem também uma saída *C (Contar/Preparar)*, cujo objectivo é comandar o temporizador.

3.2 Temporizador

O temporizador é um circuito cujo projecto está fora do âmbito deste trabalho. Quer isto dizer que necessita apenas de compreender o funcionamento do sinal de controlo *C* e do sinal de fim de tempo *T*.

O temporizador é comandado através do sinal **C**, que consoante esteja a 0 ou 1 dará uma ordem diferente ao temporizador:

- **C** = 0 (*Preparar*) — o temporizador é preparado para iniciar uma contagem decrescente, fazendo com que seja carregado o número *N* (representado em binário);
- **C** = 1 (*Contar*) — o temporizador ficará a realizar uma contagem decrescente. Quando a contagem chega a 0, o temporizador activa o sinal **T**. O tempo que decorre entre a activação do sinal **C** e a activação do sinal **T**, corresponde ao tempo que o temporizador demora a fazer uma contagem decrescente de *N* até 0, decrementando uma unidade por cada ciclo do sinal de relógio.

4 Projecto da unidade de controlo

(Tempo estimado: 1h00 para o projecto e 30 min. para a simulação)

O projecto da unidade de controlo deve ser feito antes da aula de laboratório.
Deverá seguir os seguintes passos:

1. Desenhe um diagrama de transição de estados que corresponda ao problema. Para facilitar a elaboração deste passo, considere o seguinte:
 - O circuito tem 4 estados, que correspondem às 4 situações nos semáforos.
 - O circuito tem 2 entradas, **P** e **T**, que só têm relevância nas situações **A** e **C**, respectivamente (ver secção 2).
 - As saídas **L**₀ a **L**₄ devem ser saídas de *Moore*. Como são muitas, não as assinale no diagrama de transição de estados — faça uma tabela que relaciona o estado do circuito com os valores destas saídas.
 - A saída **C** tanto pode ser de *Moore* como de *Mealy* (fica ao seu critério) e deverá aparecer no diagrama de transição de estados.
2. Obtenha a tabela de transição de estados, as equações de entrada nos flip-flops e as equações das saídas.
3. Utilize o **Logisim** para testar o circuito que projectou. Use a biblioteca **Lab9Lib.circ**, onde poderá encontrar os *flip-flops* **D** e um temporizador compatível com o que será utilizado neste trabalho.
4. Na simulação, acrescente à unidade de controlo a possibilidade de realizar um *reset* síncrono aos *flip-flops* — basta acrescentar à entrada de cada *flip-flop* uma porta **AND** em que uma entrada será o sinal de *reset* e a outra entrada será a expressão correspondente que derivou no ponto 2.

5 Implementação

(Tempo máximo: 1h00)

A unidade de controlo é para ser implementada na PLD existente nos laboratórios. Use o *wincupl* para editar as equações que derivou na secção 4 (com o sinal de *reset* incluído) e para compilar o ficheiro.

Quando terminar a programação no *wincupl*, peça ao docente para lhe programar a PLD.

O *pinout* do circuito que se pretende montar é o que se apresenta na figura 2. Note que não estão assinaladas as entradas / saídas da PLD, pois os pinos utilizados dependem da configuração que fez no *wincupl* — complete o *pinout* após fazer essa configuração.

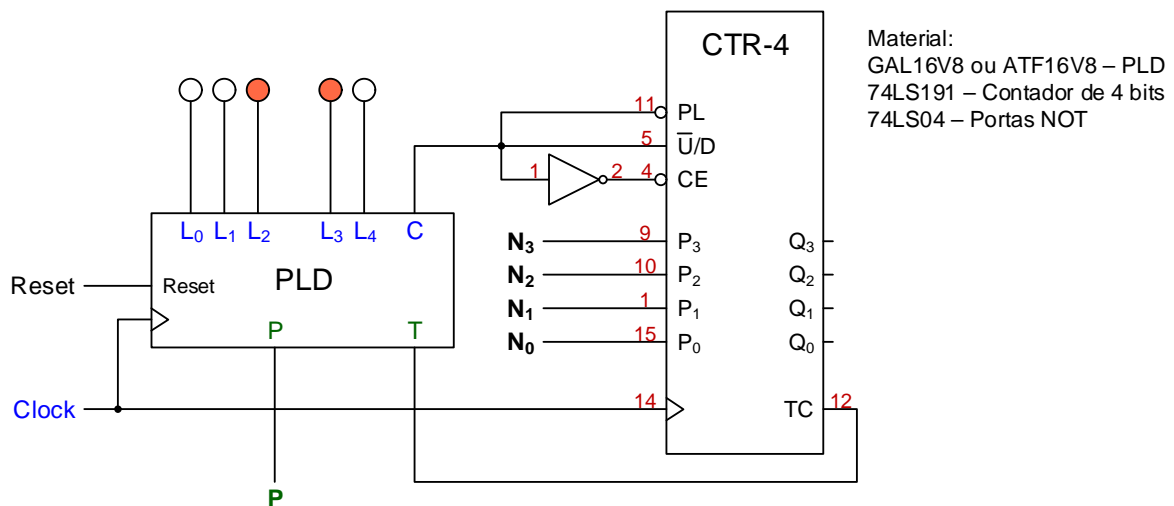


Figura 2: *Pinout* do temporizador, para montagem do sistema completo.

Notas:

- O temporizador é feito com base num contador que existe no circuito integrado 74LS191. Consulte o catálogo para ver os pinos da alimentação e para ver qual a finalidade dos sinais de controlo PL, CE e \bar{U}/D .
- Caso a expressão lógica obtida para uma das luzes seja igual à negação da expressão lógica obtida para C, poderá aproveitar o facto de já ter uma saída da PLD que lhe dá o valor de \bar{C} , dispensando a utilização da porta NOT representada no *pinout*.
- O sinal P, os bits do número N e o sinal de Reset ligam-se a interruptores da base de montagem. O sinal de relógio (Clock) deve ser ligado ao relógio TTL. As saídas L₀ a L₄ ligam-se aos *leds* da base de montagem.

O circuito deve ser montado, testado e demonstrado ao docente.