

2001

Progetto impianto semaforico – Michele Marino – mmelectronics@mmefft.it

*M.M. Electronics*

Michele Marino



# [PROGETTO IMPIANTO SEMAFORICO]

## INFORMATIVA

Come prescritto dall'art. 1, comma 1, della legge 21 maggio 2004 n.128, l'autore avvisa di aver assolto, per la seguente opera dell'ingegno, a tutti gli obblighi della legge 22 Aprile del 1941 n. 633, sulla tutela del diritto d'autore. Tutti i diritti di questa opera sono riservati. Ogni riproduzione ed ogni altra forma di diffusione al pubblico dell'opera, o parte di essa, senza un'autorizzazione scritta dell'autore, rappresenta una violazione della legge che tutela il diritto d'autore, in particolare non ne è consentito un utilizzo per trarne profitto. La mancata osservanza della legge 22 Aprile del

1941 n. 633 è perseguibile con la reclusione o sanzione pecuniaria, come descritto al Titolo III, Capo III, Sezione II. A norma dell'art. 70 è comunque consentito, per scopi di critica o discussione, il riassunto e la citazione, accompagnati dalla menzione del titolo dell'opera e dal nome dell'autore.

## AVVERTENZE

Chiunque decida di far uso delle nozioni riportate nella seguente opera o decida di realizzare i circuiti proposti, è tenuto pertanto a prestare la massima attenzione in osservanza alle normative in vigore sulla sicurezza.

L'autore declina ogni responsabilità per eventuali danni causati a persone, animali o cose derivante dall'utilizzo diretto o indiretto del materiale, dei dispositivi o del software presentati nella seguente opera.

Si fa inoltre presente che quanto riportato viene fornito così com'è, a solo scopo didattico e formativo, senza garanzia alcuna della sua correttezza.

L'autore ringrazia anticipatamente per la segnalazione di ogni errore.

Michele Marino

## Progetto impianto semaforico

Il progetto in esame è destinato alla realizzazione di un impianto semaforico con l'obiettivo principale di consentire ad eventuali installatori la massima flessibilità di adattamento mediante la variazione di alcuni parametri e l'aggiunta o l'eliminazione di dispositivi di controllo in uscita. Il progetto è diviso in diversi moduli, ognuno dei quali svolge un ruolo specifico:

1. Modulo orologio.
2. Modulo controllore di uscita.
3. Modulo PIC.
4. Modulo interfaccia utente.

Il modulo orologio, realizzato completamente in hardware utilizzando componenti discreti, è utilizzato al fine di disattivare l'impianto semaforico nelle ore notturne o meglio quando il traffico è molto scorrevole. Come si può notare dal layout del circuito, esso è composto da tre parti di circuito identici per quanto riguarda il conteggio delle ore e dei minuti e un'altra parte che comprende la sezione contatore per i secondi mediante un generatore di clock ad 1 Hz. Il motivo per cui vengono utilizzati tre contatori identici per le ore ed i minuti, risiede nel fatto che due contatori possono essere settati dall'utente (mediante apposita interfaccia): il primo prevede il settaggio dell'orario di spegnimento dell'impianto semaforico; mediante il secondo invece, viene settato l'orario di riaccensione. Si noti che il timer appena descritto può essere estrapolato dal seguente progetto ed utilizzato per altri scopi. La visualizzazione su display a 7 segmenti del contatore principale e dei due contatori "utente", viene eseguita mediante l'utilizzo di multiplexer. Inoltre per generare i segnali di controllo di accensione e spegnimento dell'impianto, vengono utilizzati coppie di comparatori di uguaglianza i quali confrontano i bit dei contatori "utente" con quelli del contatore principale generando gli opportuni segnali nel caso in cui l'orario reale del contatore principale coincida con il valore impostato su uno dei due contatori "utente".

Il modulo controllore di uscita, è realizzato mediante flip-flop di tipo D e il segnale di clock viene generato dalle uscite del PIC16F84A che costituisce appunto il cervello del progetto. Ogni modulo controllore di uscita è collegato a due uscite del PIC per cui è in grado di gestire due gruppi di semafori (2 gruppi di tre luci - verde,arancione,rosso). La transizione di stato su ogni gruppo semaforico avviene mediante un opportuno impulso generato dall'uscita relativa del PIC.

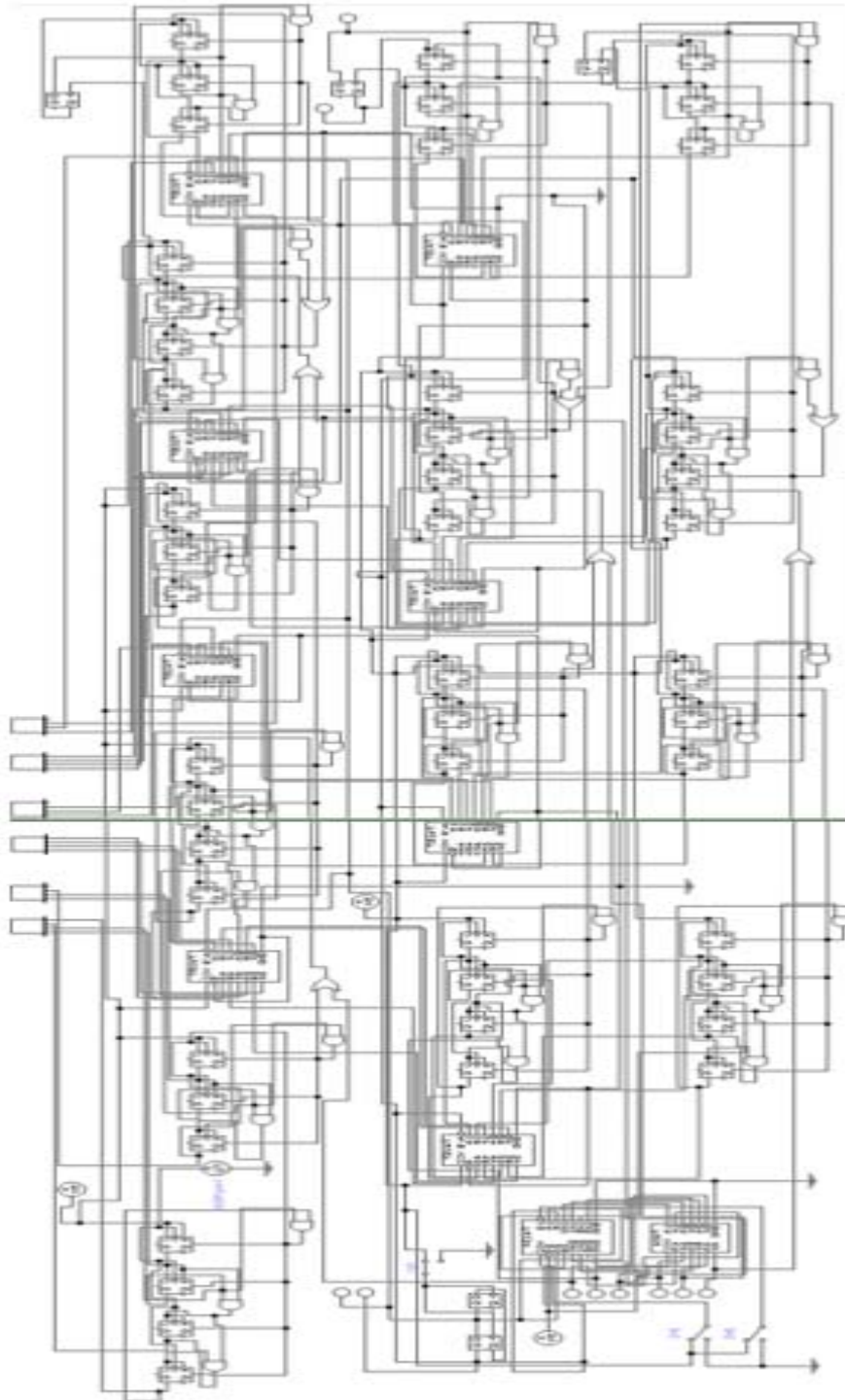
Il modulo PIC come detto prima, svolge il ruolo fondamentale del progetto. Questo include al suo interno un programma scritto in assembler il cui scopo è quello di generare delle transizioni alto-basso sulle linee di uscita e quindi delle onde quadre che vanno a pilotare i controllori di uscita. Come si può notare nel listato ASM, sono presenti diverse routine di ritardo tra le quali appunto quella relativa alla realizzazione di uno “spike” nella generazione degli impulsi di clock sulle linee di uscita. Le altre routine di ritardo servono a generare dei ritardi nel passaggio dell'accensione della luce verde a quella arancione e fra quello della luce arancione a quella rossa. Si può notare inoltre, la presenza di una sezione di programma per la gestione del passaggio pedonale, che nel caso in esame si realizza mediante pulsanti di chiamata installati sui supporti dei semafori e collegati (mediante opportuni buffer al fine di evitare perdite di segnale) ad una porta di ingresso del PIC. Il PIC in presenza di detto segnale disattiva momentaneamente il circuito di chiamata per pedoni al fine di riaprire il traffico alle automobili e quindi evitare eventuali pressioni dei pulsanti di chiamata per pedoni, volontari o involontari, che possano mandare in “loop” il PIC.

Il modulo interfaccia utente infine, prevede quattro display 7 segmenti per la visualizzazione dell'ora (nel formato hh:mm) del contatore principale e dei contatori “utente”. Inoltre sono presenti dei pulsanti i quali permettono di cambiare le impostazioni dei contatori “utente”.

La simulazione software del circuito è realizzata utilizzando il programma “Electronics Work Bench ver.4” e come si può vedere dalle tavole allegate ci sono molte parti simili. In particolare nella simulazione dei contatori sono visualizzati le diverse sezioni per il conteggio delle unità e decine per i secondi, i minuti e le ore, con l’aggiunta dei dispositivi per il settaggio manuale dell’ora di accensione e spegnimento dell’impianto da parte dell’utente. Il layout invece, è realizzato su una base a doppia faccia per l’elevato numero di piste presenti. Come si può notare dallo stesso, i circuiti utilizzati sono tutti appartenenti alla famiglia 74HC\*\*\* al fine di ottenere le stesse tensioni per i livelli logici di ingresso e di uscita. Una parte del circuito inoltre, è stata testata su bread board al fine di evitare alcuni errori grossolani di progetto quali ad esempio errori di programmazione del PIC, collegamenti errati di alcuni pin dei componenti discreti utilizzati ed altro ancora. Passiamo ora ad una descrizione dettagliata delle varie parti del circuito.

Nella figura che segue è illustrata la struttura del timer dove, come si può notare, sono presenti tre circuiti quasi simili disposti su tre livelli. Partendo dalla parte alta a destra possiamo notare la presenza di un primo contatore a decade il cui clock è fissato ad 1 Hz. Quest’ultimo costituisce il contatore delle unità dei secondi. Essendo un contatore a decade, quando viene raggiunto il valore massimo (9 decimale, 1001 binario) mediante una porta AND collegata sui bit Q0 e Q3, viene generato l’impulso di clock per il contatore che segue e cioè il contatore delle decine per i secondi (si noti che nei casi pratici – si veda il layout del circuito – non è necessario generare il riporto mediante la porta AND in quanto è già presente un pin RCO “Ripple Carry Output” sul package del chip dedicato appunto, al collegamento in cascata dei contatori). Sul contatore delle decine per i secondi notiamo la presenza di una seconda porta AND i cui ingressi risultano collegati ai bit Q1 e Q2 al fine di generare un segnale quando viene raggiunto il valore 6 decimale (0110 binario). Tale segnale ha una duplice funzione: azzerare il contatore delle decine per il conteggio dei secondi e, allo stesso tempo, genera un impulso (clock) per i contatori successivi dei minuti e delle ore. Quindi quando il contatore dei secondi raggiunge il valore 60 decimale ( 0110 per il contatore delle

decine,0000 per il contatore delle unità in binario) viene resettato e mediante un impulso viene incrementato di un'unità il contatore in cascata,cioè quello dei minuti.

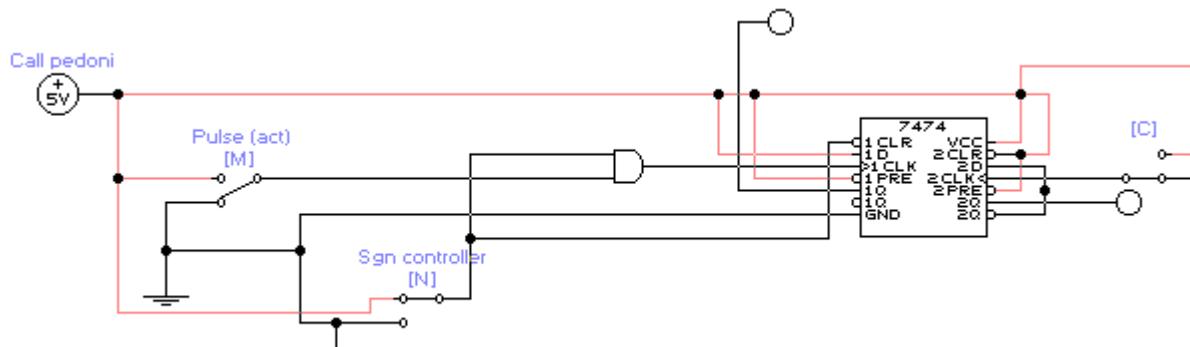


Il funzionamento del contatore dei minuti è identico a quello dei secondi per cui,quando questo raggiunge il valore 60 decimale ( 0110 per il contatore delle decine,0000 per il contatore delle unità in binario) viene resettato e mediante un impulso viene incrementato il contatore in cascata,cioè

quello delle ore. Il contatore delle ore contiene alcune porte logiche in più rispetto ai precedenti per tenere conto di alcuni parametri e in particolare del fatto che va azzerato quando raggiunge il valore 24 decimale (0010 per il contatore delle decine, 0100 per il contatore delle unità in binario). In particolare è presente una porta AND con gli ingressi collegati ai bits Q1 del contatore decine e Q2 del contatore unità. È inoltre possibile notare la presenza in alto a sinistra dell'ultimo contatore di un flip flop D, il quale genera un ritardo quando viene resettato il contatore delle ore al fine di evitare il fenomeno **race** nella rete sequenziale. In assenza del flip flop D infatti, al momento del reset (segnale alto in uscita della porta AND collegata ai bits Q1 per il contatore decine e Q2 per quello delle unità), poiché il segnale di clock per il contatore delle decine per le ore è generato da una porta OR con gli ingressi collegati rispettivamente all'uscita della citata porta AND e all'uscita del RCO del contatore unità per le ore (porta AND collegata ai bits Q0 e Q3), la transizione alto-basso di tale segnale non porterebbe il contatore delle ore al valore 0, ma bensì provocherebbe l'incremento di una decina (0001 per il contatore delle decine e 0000 per quello delle unità in binario). Tale accorgimento quindi consente di eliminare l'errore dovuto al fenomeno **race** e quindi ai ritardi di propagazione dei componenti (**TPD – Time Propagation Delay**). Le parti di circuito sottostanti sono identiche a quello descritto sopra con l'eccezione che in questo caso non è presente un contatore per i secondi in quanto questi due contatori sono destinati a contenere un valore impostato dall'utente mediante opportuna interfaccia. Dalla figura si nota la presenza di una porta OR in corrispondenza ad ogni uscita del segnale RCO di ciascun contatore. Lo scopo di queste porte OR è quello di incrementare i contatori in presenza del segnale di RCO oppure in presenza di un segnale esterno generato dall'utente mediante una pulsantiera (al fine di permettere l'impostazione dell'orario per il contatore principale in alto e per i due contatori utente in basso). Risulta evidentemente chiaro che i valori dei tre contatori debbano essere visualizzati per rendere il circuito "comprensibile" all'utente. A tale scopo andrebbe bene visualizzare gli output su tre serie di display 7-segmenti, ma sarebbe troppo dispendioso. Per evitare tale inconveniente vengono

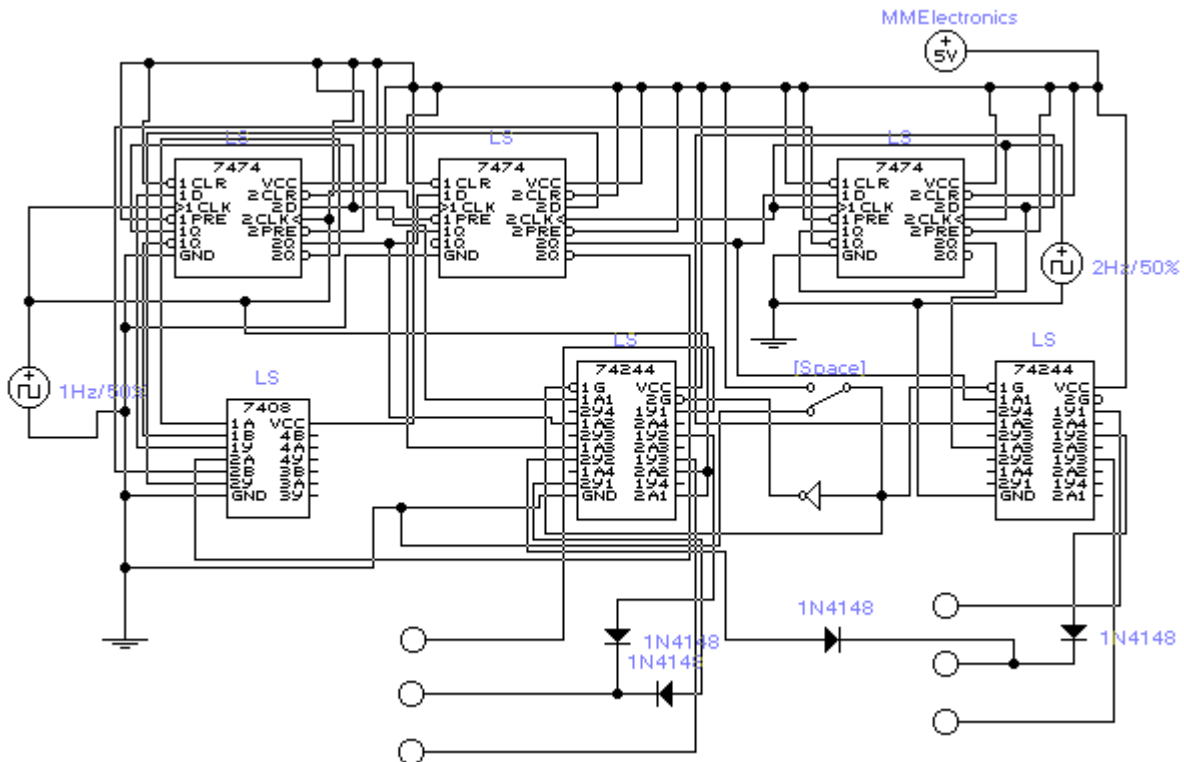
utilizzati circuiti integrati discreti 74\*\*157 collegati in cascata che contengono al loro interno quattro multiplexer a due ingressi ed una uscita. Questo vuol dire che per ogni multiplexer, mediante un opportuno segnale sul pin di selezione (pin 1 - A/B), è possibile scegliere quale tra i due ingressi (A o B) deve essere riportato in uscita. Con tale metodo è possibile visualizzare, in modo sequenziale su un'unica serie di display 7-segmenti, il valore dei tre contatori (contatore principale dell'orario e i due contatori utente). Nella parte in basso a destra infine, è presente il circuito di interfaccia utente che mediante due flip flop D genera i segnali di controllo per i multiplexer e collega i due pulsanti H (ore) e M (minuti) ai vari ingressi delle porte OR prima descritte al fine di consentire all'utente di impostare i tre contatori. Dalla figura si nota che ad ogni pressione del pulsante 'S' i flip-flop D assumono diverse configurazioni ( $2^2$  precisamente) : quando il valore delle uscite Q1 e Q2 sono entrambe basse è possibile impostare l'orario del contatore principale mediante i due pulsanti M (minuti) e H (ore) in quanto tali pulsanti, utilizzando il demultiplexer 74HC139, vengono collegati alle porte OR del contatore principale; quando Q1 è alto e Q2 è basso è possibile impostare il contatore "utente1" affinché l'impianto semaforico venga disattivato (lampeggiamento delle luci arancione) quando l'orario del contatore principale coincide con quello impostato su questo contatore. Come prima, in questo caso i pulsanti risultano collegati alle porte OR del contatore "utente1". Quando Q1 e Q2 sono entrambi alti, è possibile impostare l'orario del contatore "utente2" (nella figura in basso) affinché l'impianto semaforico riprenda a funzionare quando l'orario del contatore principale coincide con quello impostato su questo contatore. Anche in questo caso i pulsanti M e H risultano collegati alle porte OR del contatore "utente2". Infine, quando Q1 è basso e Q2 è alto i pulsanti M e H non risultano collegati a nessun ingresso per cui una possibile pressione non provoca nessuna alterazione degli stati (condizione di riposo).

Passiamo ora alla descrizione del circuito nella figura sottostante. Tale circuito ha il compito di generare un segnale il cui livello logico è alto in corrispondenza della pressione del pulsante M dovuto ad una richiesta per i passaggi pedonali, affinché il PIC blocchi il passaggio degli autoveicoli. Il pulsante N in realtà è connesso al PIC e viene mantenuto normalmente alto per cui quando viene premuto il pulsante M l'uscita Q1 del flip flop D diventa alta. Questa uscita, collegata al PIC, genera una "interrupt" nel programma che sta eseguendo portando il segnale contraddistinto dal pulsante N al valore logico basso resettando così il flip flop e impedendo allo stesso tempo eventuali ulteriori pressioni del pulsante di chiamata per passaggi pedonali (pulsante M).



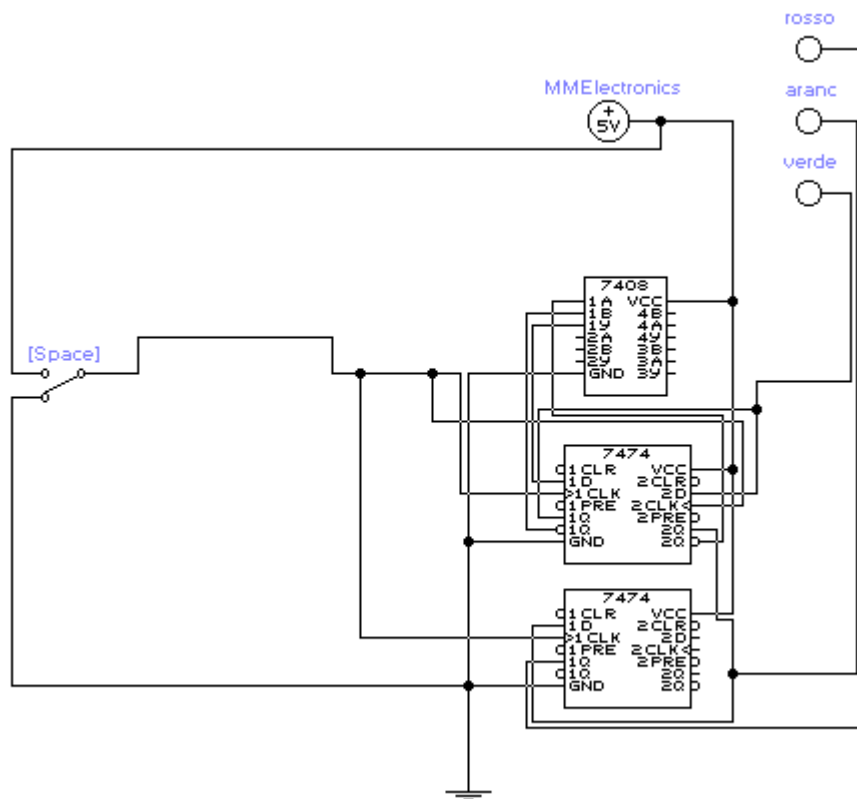
Il secondo flip-flop D presente nel circuito integrato viene utilizzato per controllare la disattivazione e la successiva attivazione dell'impianto semaforico. Quando il contatore principale raggiunge il valore memorizzato sul contatore "utente1", il comparatore genera una transizione alto-basso che porta l'uscita Q del flip-flop in esame alto disattivando così l'impianto semaforico. Quando il contatore principale raggiunge il valore memorizzato sul contatore "utente2", il comparatore genera un'altra transizione alto-basso portando l'uscita Q del flip-flop bassa e attivando così l'impianto semaforico.





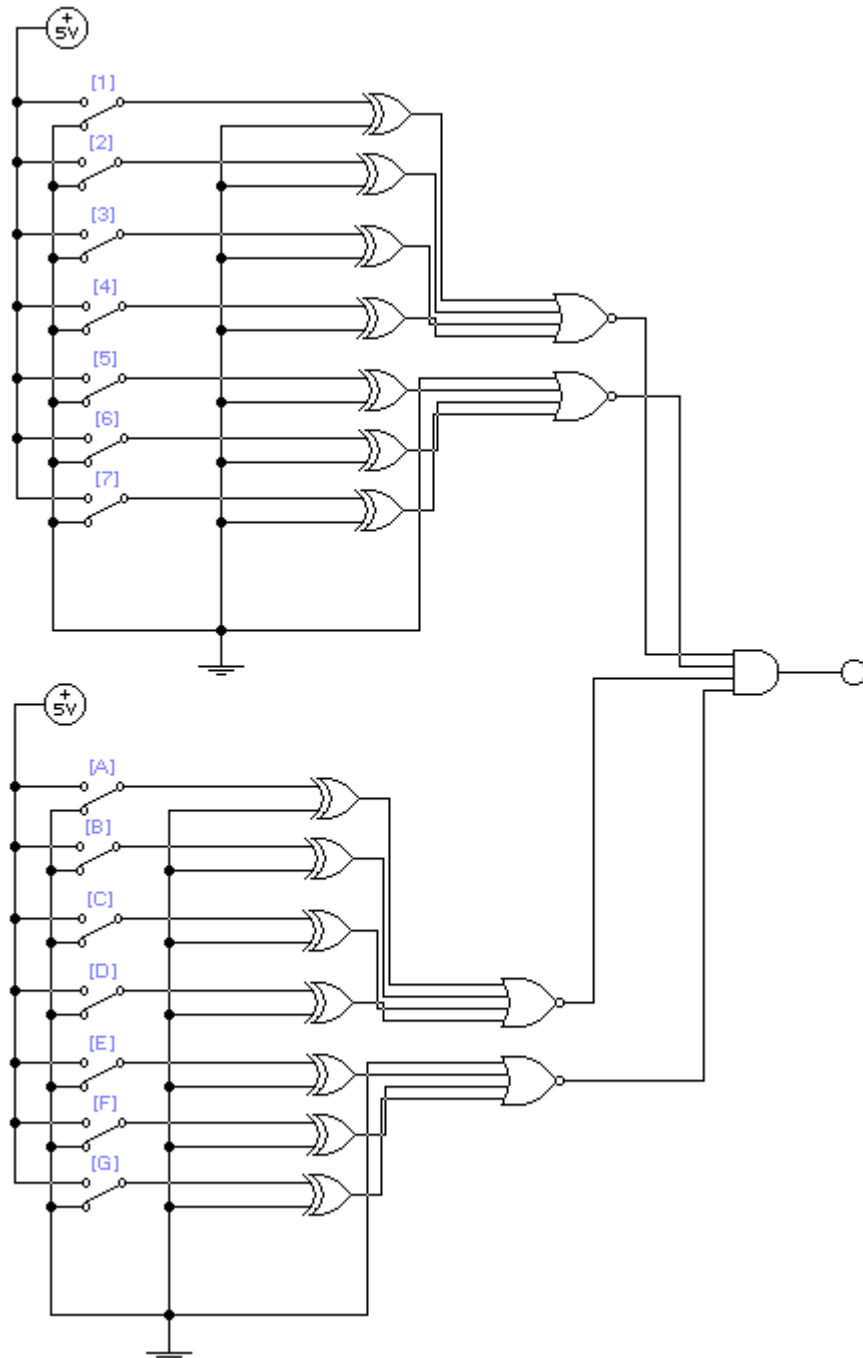
Si noti la presenza di due circuiti integrati 74\*244 che contengono al loro interno sei buffer tristate al fine di consentire di collegare le luci arancione all’uscita del generatore di clock ad 1 Hz per consentirne il lampeggiamento durante le ore in cui l’impianto resta disattivato (si ricordi che la disattivazione dell’impianto avviene quando il contatore principale e il contatore “utente1” raggiungono lo stesso valore per cui sul comparatore viene generata una transizione alto-basso).

In questa figura viene illustrato il circuito per il controllo dell'accensione e spegnimento luci senza buffer tristate (circuiti integrati 74\*\*244).



Analizziamo ora una parte del circuito comparatore a 7 bit per la generazione dei segnali che disattivano o attivano l'impianto quando il contatore principale raggiunge rispettivamente il valore memorizzato nel contatore "utente1" e "utente2". Come si può vedere dalla figura ogni comparatore è composto da 7 porte EX-OR le quali portano la loro uscita alta quando ai loro ingressi sono presenti livelli logici diversi. Quando tutte le coppie di bit agli ingressi delle citate porte sono tutte uguali ogni uscita si trova a livello logico basso che riportate in ingresso ad una porta logica NOR provocano un'uscita alta. In figura sono riportati due comparatori a 7 bit che forzano l'uscita alta quando entrambe le 14 coppie di bit sono uguali in quanto l'uscita di ogni comparatore a 7 bit costituisce l'ingresso di una porta AND (ottenendo così un comparatore a 14 bit). Si ricordi infine, come già detto nelle pagine precedenti, che le transizioni generate dai comparatori

interagiscono, mediante un flip-flop D con i moduli per il controllo dell'accensione e spegnimento luci e con il PIC.



Passiamo ora alla descrizione del listato assembler presente nella program memory del PIC16F84A. In primo luogo vengono indirizzate le porte A e B del PIC, il registro STATUS, il registro INTCON, il registro OPTION e un registro CNT definito ed utilizzato per le routine di ritardo. L'istruzione GOTO INIT esegue un salto incondizionato alla label INIT. La label INT invece, è definita a partire dalla locazione di memoria 0004 esadecimale in quanto, quando viene generata una interrupt dal modulo comparatori sull'ingresso RB0, il PIC si posiziona nella citata locazione (0004h). Nel corpo di programma definito da INT inoltre sono presenti istruzioni che agiscono sul registro OPTION permettendo di variare il fronte di trigger dell'impulso che genera l'interrupt sul pin RB0. Mediante il settaggio del bit 6 del registro OPTION infatti, è possibile stabilire se l'effetto del segnale di interrupt agisce nel suo fronte di salita o di discesa (**rising edge** e **falling edge** rispettivamente). Dalla label INIT inizia il programma vero e proprio in quanto viene definito il vettore di ORG nella posizione 0050 esadecimale. Il significato di questa **direttiva** è quello di "dire" all'assemblatore che la parte di programma che segue dovrà essere compilata a partire dalla locazione esadecimale 0050h.. Spesso la direttiva ORG viene chiamata vettore di reset del micro in quanto dopo la ORG inizia il programma vero e proprio. L'istruzione successiva pone ad 1 il quinto bit del registro STATUS. Questo significa che le successive istruzioni operano sui registri macchina presenti nel "bank 1" del PIC. Viene infatti caricato il valore '00010000' nel registro di lavoro e successivamente tale valore viene trasferito nel registro TRISA (address 85h) il che significa che tutta la porta A è configurata come uscita ad eccezione del pin RA4 in corrispondenza del quale è presente un valore 1 binario nel registro TRISA e quindi configurato come input. Analogamente viene fatto per la porta B che risulta configurata completamente come uscita, dopodiché viene portato a 0 il quinto bit del registro STATUS ritornando così a lavorare sui registri del "bank 0" del PIC. L'istruzione successiva porta a livello logico alto il pin RA2 per un certo intervallo di tempo definito dalla routine di ritardo SPIKE dopodiché ritorna basso. Tale transizione, poiché ogni uscita

del PIC risulta collegata ad un modulo di controllo accensione e spegnimento luci, provoca l'accensione della luce verde sul modulo prescelto. Al passo successivo (label MAIN) viene controllato il livello logico del pin RA4, cioè se è stato premuto il pulsante di chiamata per il passaggio pedonale. Se il livello logico su tale pin è alto allora esegue il passo di programma identificato dalla label CLS\_P\_A\_2 il quale, con opportuni impulsi sulle uscite, fa accendere le luci rosse per tutti gli autoveicoli e apre il passaggio ai pedoni in tutte le direzioni. Se il livello logico è basso, viene eseguito il passo di programma identificato dalla label PRIMO il quale genera opportuni impulsi sulle uscite del PIC e alla fine esegue il passo di programma identificato dalla label SECONDO. Alla fine di questo ultimo viene controllato nuovamente se il pulsante per il passaggio pedonale è stato premuto. Se questo è vero viene bloccato nuovamente il transito degli autoveicoli e aperto il passaggio pedonale in tutte le direzioni altrimenti esegue il programma a partire dalla label TERZO. Dopo l'esecuzione del passo TERZO viene eseguito il passo QUARTO dopodiché si riparte dall'inizio. Si noti che i valori delle chiamate di ritardo (routine delay) si possono impostare in fase di programmazione dei PIC. Inoltre la routine di ritardo SPIKE viene utilizzata per generare impulsi di clock con un adeguato duty cycle. Si noti che dopo l'istruzione per il controllo della pressione del pulsante di richiesta per i passaggi pedonali (label MAIN) è presente un controllo sulla linea RB0 (collegata al modulo comparatori mediante il flip-flop D): se tale ingresso è alto viene attivata la modalità SLEEP passando così ad un assorbimento tipico di corrente che può variare da 2 mA a solamente 20÷30 µA osservando che tutte le porte mantengono esattamente lo stato che avevano prima che il dispositivo entrasse in modalità SLEEP. Il "risveglio" del PIC avviene mediante una transizione di stato sul pin RB0 (cioè quando il valore del contatore principale raggiunge quello del contatore "utente2"). Al momento della riattivazione, il PIC ritorna al punto in cui era stato bloccato continuando così l'esecuzione del programma.

## Listato assembler contenuto nella “program memory” del PIC:

```
*****M.M.Electronics 2001*****
*****Programma centralina controllo semafori*****
*****§Cirò Marina§*****
*****Rev. 1.g ----- 24-09-2001*****

PORT_A EQU 05h
PORT_B EQU 06h
STATUS EQU 03h
INTCON EQU 0Bh
TRISA EQU 85h
TRISB EQU 86h
OPT EQU 01h
CNT EQU 0AH

        GOTO  INIT
INT     ORG 04
        BCF INTCON,1
        BSF INTCON,7
        BSF STATUS,5
        BTFSC OPT,6
        BCF OPT,6
        BCF STATUS,5
        RETFIE

INIT    ORG 0050H
        BSF STATUS,5
        MOVLW B'00010000'
        MOVWF TRISA
        MOVLW B'00000001'
        MOVWF TRISB
        BCF STATUS,5
        MOVLW B'10010000'
        MOVWF INTCON
        BSF PORT_A,2 ;luce verde turn dx Togliatti
        CALL SPIKE
        BCF PORT_A,2
        BSF PORT_B,6 ;Carica bit (1) su linea 6 porta B

MAIN   BTFSC PORT_B,0 ;controlla bit 0 porta B
        SLEEP ;se è alto manda il PIC in modalità basso consumo
        BSF STATUS,5
        BSF OPT,6
        BCF STATUS,5
        BTFSC PORT_A,4 ;controlla bit 4 porta A se è stato
        GOTO CLS_P_A_2 ;premuta il pulsante per passaggio pedonale
        GOTO PRIMO

CLS_P_A_2
        BSF PORT_A,2 ;luce arancione turn dx Togliatti
        CALL SPIKE
        BCF PORT_A,2
        CALL Y_DELAY
        BSF PORT_A,2 ;luce rossa turn dx Togliatti
        CALL SPIKE
        BCF PORT_A,2
```

```
CALL GAP_DELAY
CALL PED_4
BSF PORT_A,2 ;luce verde turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_A,2
```

```
PRIMO BSF PORT_A,1 ;luce verde turn front sx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_A,1
CALL DELAY
BSF PORT_A,1 ;luce arancione turn front sx Togliatti
BSF PORT_A,2 ;luce arancione turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_A,1
BCF PORT_A,2
CALL Y_DELAY
BSF PORT_A,1 ;luce rossa turn front sx Togliatti
BSF PORT_A,2 ;luce rossa turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_A,1
BCF PORT_A,2
CALL GAP_DELAY
```

SECONDO

```
BSF PORT_A,3 ;luce verde turn front sx dx Via Roma
BSF PORT_B,4 ;luce verde turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_A,3
BCF PORT_B,4
CALL DELAY
BSF PORT_A,3 ;luce arancione turn front sx dx Via Roma
CALL SPIKE
BCF PORT_A,3
CALL Y_DELAY
BSF PORT_A,3 ;luce rossa turn front sx dx Via Roma
CALL SPIKE
BCF PORT_A,3
BTFSC PORT_A,4
GOTO CLS_P_A_4
CALL GAP_DELAY
GOTO TERZO
```

CLS\_P\_A\_4

```
BSF PORT_B,4 ;luce arancione turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,4
CALL Y_DELAY
BSF PORT_B,4 ;luce rossa turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,4
CALL GAP_DELAY
CALL PED_4
BSF PORT_B,4 ;luce verde turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,4
```

TERZO

```
BSF PORT_B,2 ;luce verde turn front sx Togliatti
```

```
BSF PORT_B,3 ;luce verde turn dx Via Roma
CALL SPIKE
BCF PORT_B,2
BCF PORT_B,3
CALL DELAY
BSF PORT_B,4 ;luce arancione turn dx Togliatti
BSF PORT_B,2 ;luce arancione turn front sx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,4
BCF PORT_B,2
CALL Y_DELAY
BSF PORT_A,4 ;luce rossa turn dx Togliatti
BSF PORT_B,2 ;luce rossa turn front sx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,4
BCF PORT_B,2
CALL GAP_DELAY
```

#### QUARTO

```
BSF PORT_B,1 ;luce verde turn front sx Via Roma
BSF PORT_A,2 ;luce verde turn dx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,1
BCF PORT_A,2
CALL DELAY
BSF PORT_B,3 ;luce arancione turn dx Via Roma
BSF PORT_B,1 ;luce arancione turn front sx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,3
BCF PORT_B,1
CALL Y_DELAY
BSF PORT_B,3 ;luce rossa turn dx Via Roma
BSF PORT_B,1 ;luce rossa turn front sx Togliatti
CALL SPIKE
BCF PORT_B,3
BCF PORT_B,1
CALL GAP_DELAY
GOTO MAIN
```

#### PED\_4

```
BCF PORT_B,6 ;disabilita clock flip-flop D
BSF PORT_A,0 ;luce verde semafori pedoni
CALL SPIKE
BCF PORT_A,0
CALL DELAY
BSF PORT_A,0 ;luce arancione semafori pedoni
CALL SPIKE
BCF PORT_A,0
CALL Y_DELAY
BSF PORT_A,0 ;luce rossa semafori pedoni
CALL SPIKE
BCF PORT_A,0
BSF PORT_B,6 ;abilita clock flip-flop D
RETURN
```

```
PED_DELAY      ;routine ritardo passaggi pedonali
    MOVLW 0XA
    MOVWF CNT
```

```
PED_LAB_DEL
    DECFSZ CNT,1
    GOTO PED_LAB_DEL
    RETURN

DELAY                ;routine ritardo passaggio macchine
    MOVLW 0XA
    MOVWF CNT

LAB_DEL
    DECFSZ CNT,1
    GOTO LAB_DEL
    RETURN

Y_DELAY              ;routine ritardo passaggio orange-red
    MOVLW 0X5 ;per passaggi pedonali e macchine
    MOVWF CNT

Y_LAB_DEL
    DECFSZ CNT,1
    GOTO Y_LAB_DEL
    RETURN

GAP_DELAY            ;routine ritardo passaggio red-green
    MOVLW 0X5
    MOVWF CNT

GAP_LAB_DEL
    DECFSZ CNT,1
    GOTO GAP_LAB_DEL
    RETURN

SPIKE                ;creazione spike controllo attuatori
    MOVLW 0X5 ;flip-flop
    MOVWF CNT

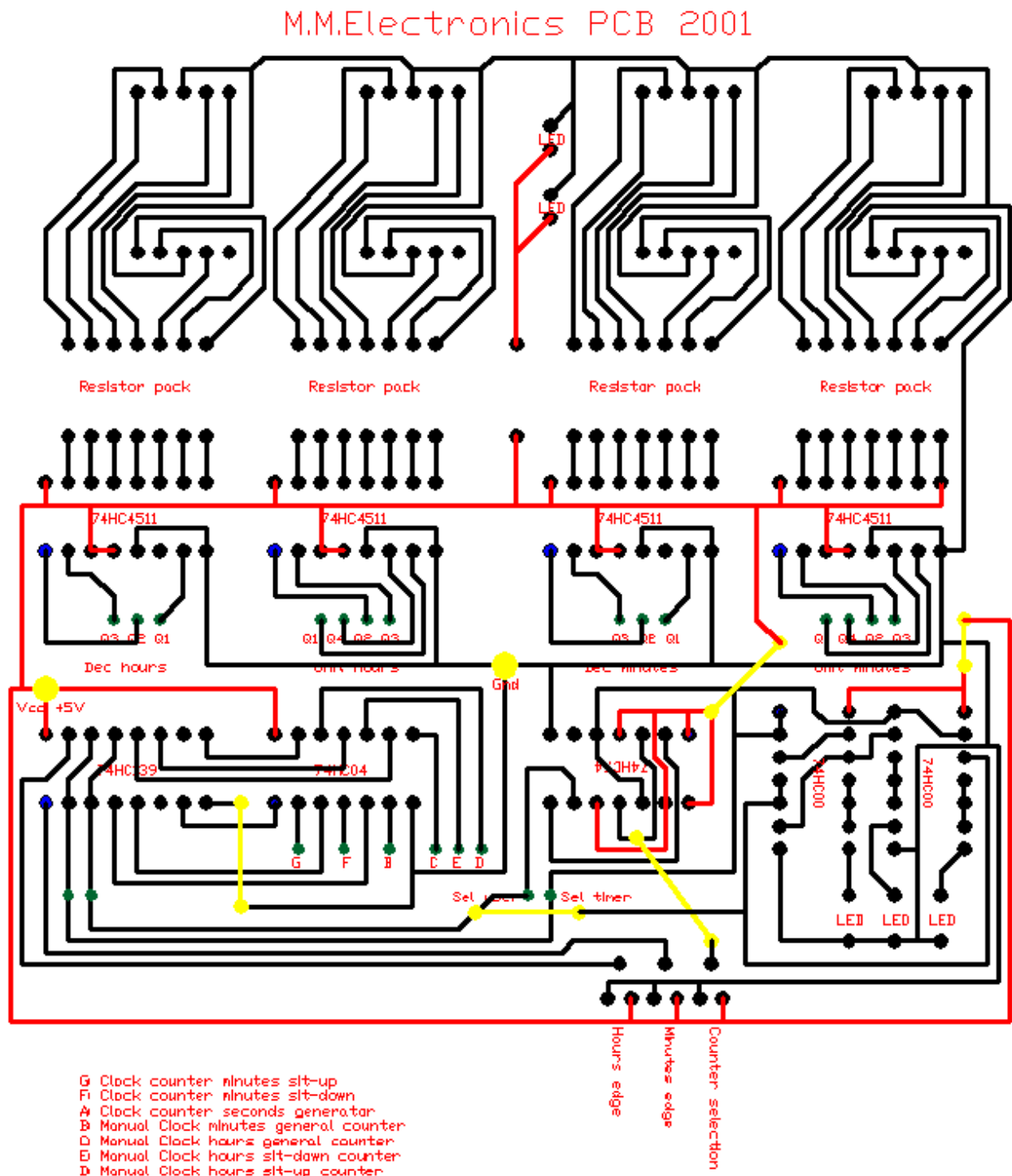
SPIKE_DEL
    DECFSZ CNT,1
    GOTO SPIKE_DEL
    RETURN

END
```

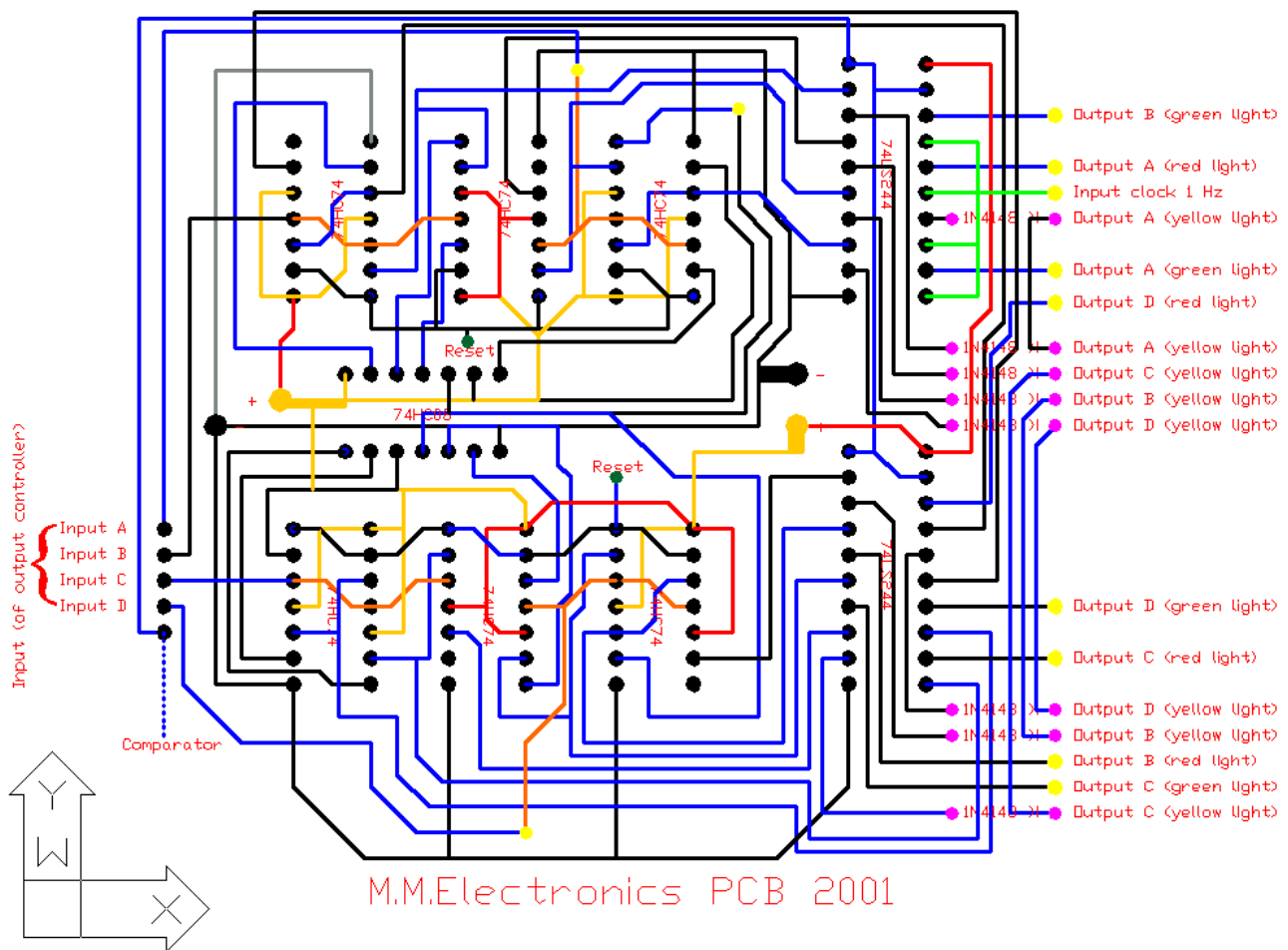
Per concludere al progetto è allegato anche il layout del circuito stampato suddiviso in tre parti essenziali: il timer, i moduli di controllo delle luci insieme al PIC e al dispositivo di controllo di chiamata per passaggi pedonali e controllo comparatori, e il circuito d'interfaccia sul quale sono presenti quattro display 7-segmenti e tre pulsanti per l'impostazione dell'orario e dei contatori utente.



In questa figura invece, è illustrato il PCB dell'interfaccia utente con il montaggio dei display 7-segmenti in alto e i tre pulsanti di regolazione in basso.



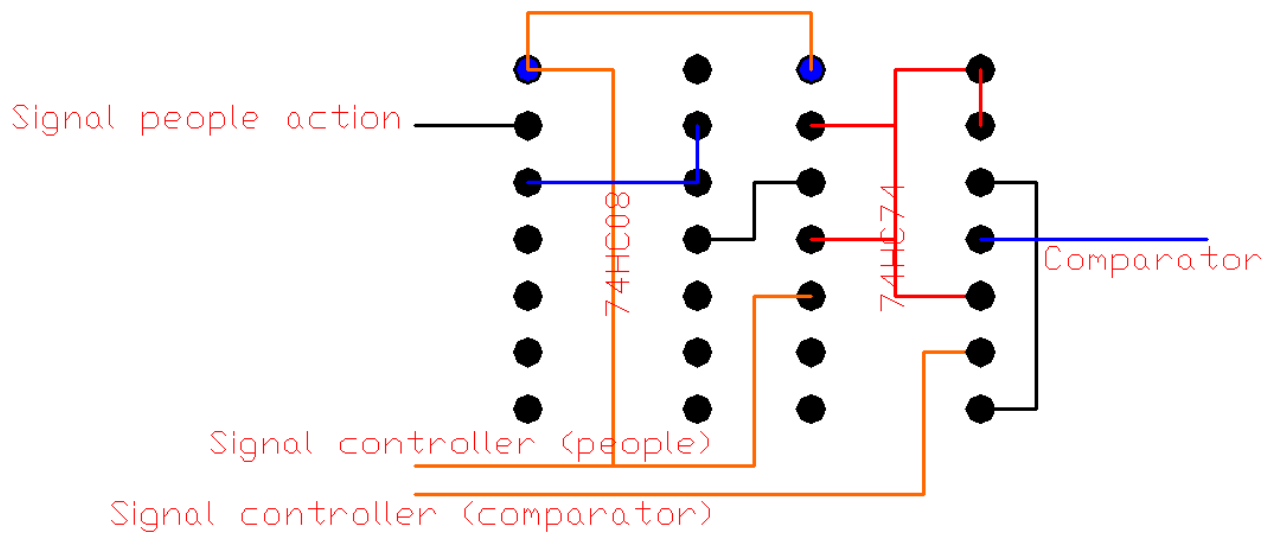
Nella figura che segue invece è rappresentato il PCB di un modulo controllore di uscita che consente di pilotare quattro gruppi semaforici e quindi richiede quattro linee di controllo del PIC.



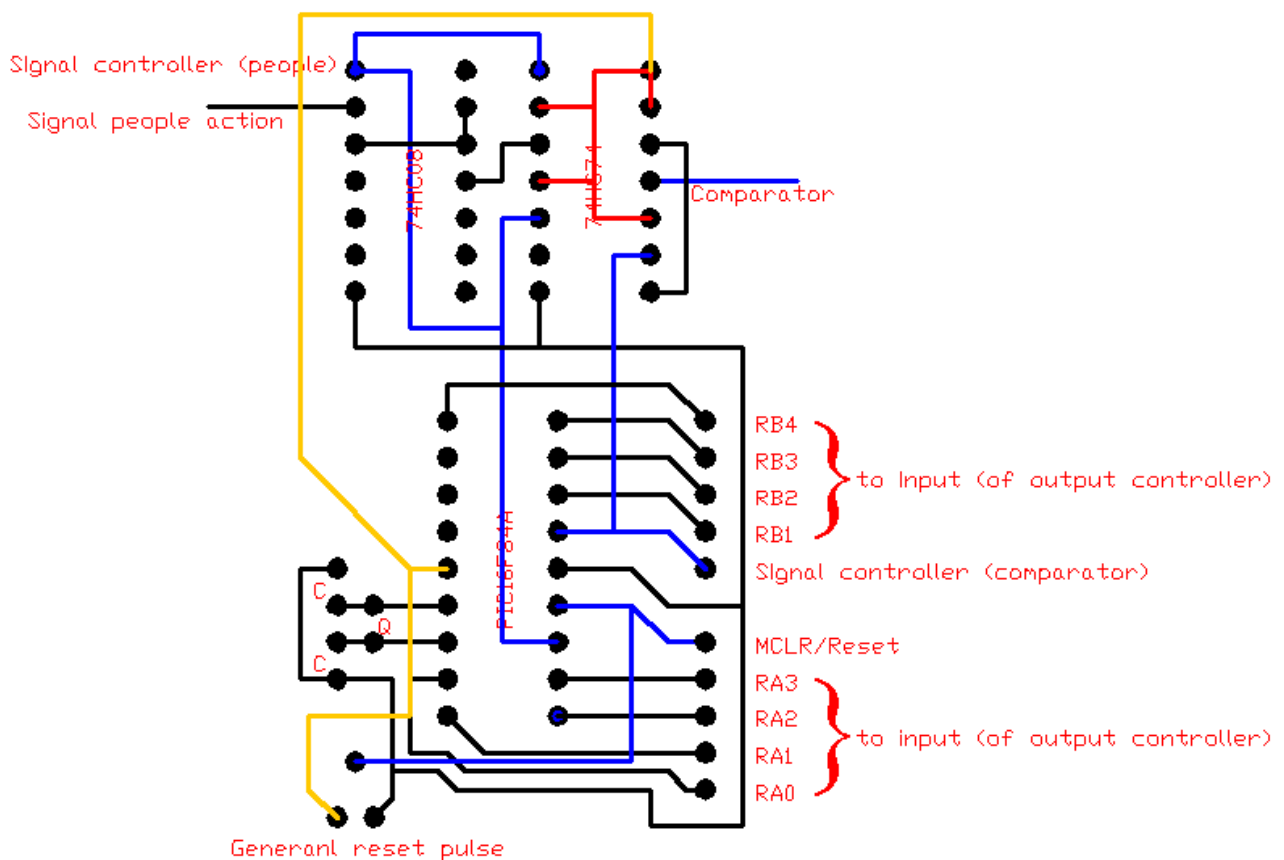
Si noti, nella figura illustrata sopra, che le uscite non risultano collegate a nessun “attuatore” in quanto esistono almeno due modi per pilotare le luci dell’impianto semaforico:

- Un modo può essere quello di utilizzare un line-driver ULN2803, che contiene 8 darlington NPN capaci di fornire 500 mA di corrente quando ricevono in base il livello alto, con le uscite collegate a relè a 3÷5 volts.
- Un secondo modo può essere quello di sostituire l’uso dei tradizionali relè meccanici con i moderni relè a stato solido (per esempio mediante l’utilizzo dei TRIAC).

Infine è illustrato il PCB del circuito di controllo comparatori e chiamata pedoni.



In questa figura invece, vengono riportati i collegamenti del modulo precedente con il PIC16F84A.



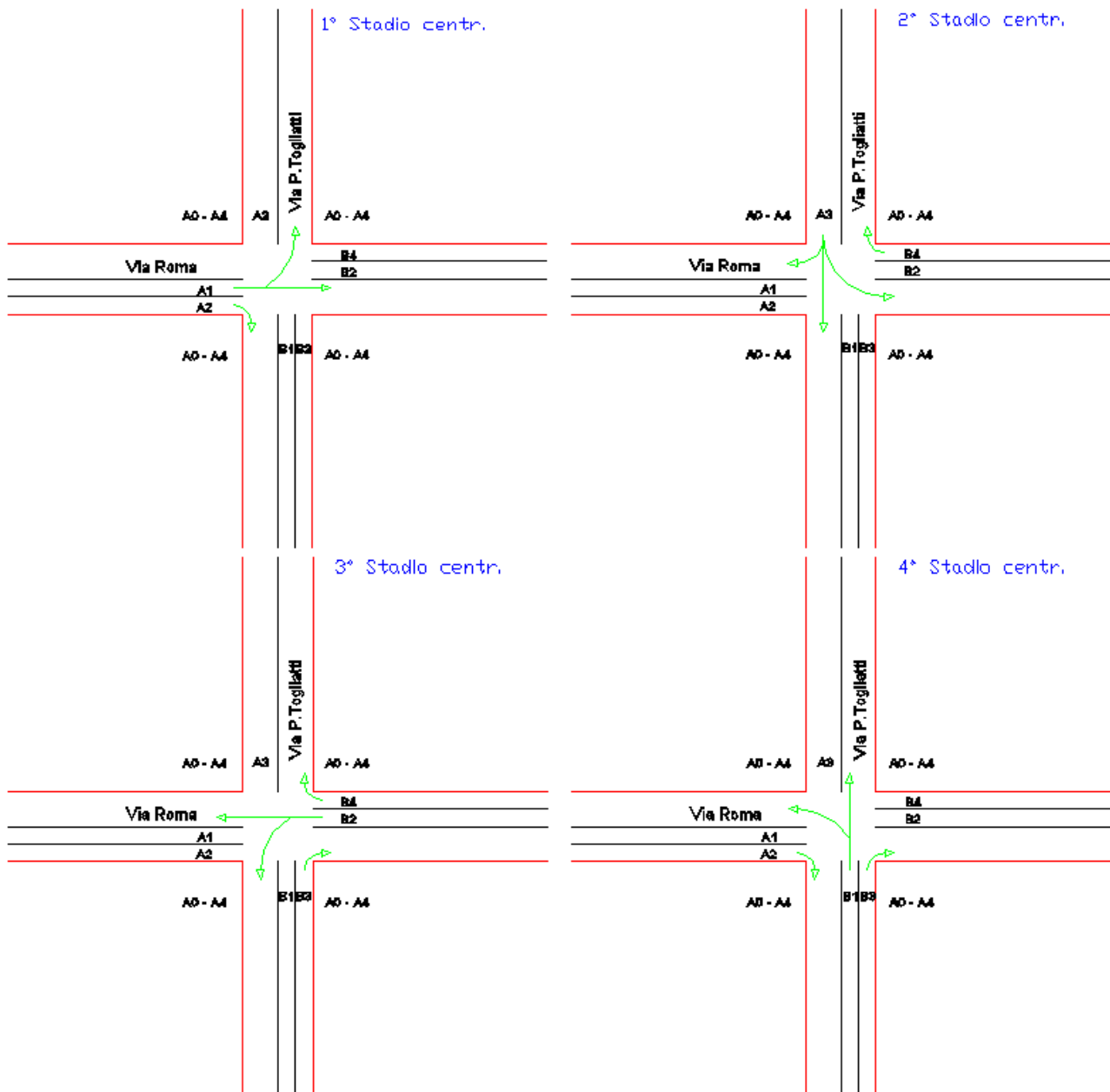
M.M.Electronics PCB 2001

Si noti la presenza di un pulsante che permette di resettare l'intero impianto compresi i controllori di uscita mediante il segnale MCLR/Reset (General reset pulse). Le due lettere C indicano due condensatori e la lettera Q indica un quarzo o un risonatore ceramico per generare il segnale di clock del PIC. Il pin identificato da "Signal controller (comparator)" è il segnale proveniente dal modulo comparatori il quale disabilita il normale funzionamento e consente il lampeggiamento delle sole luci arancione (utilizzando i buffer tristate).

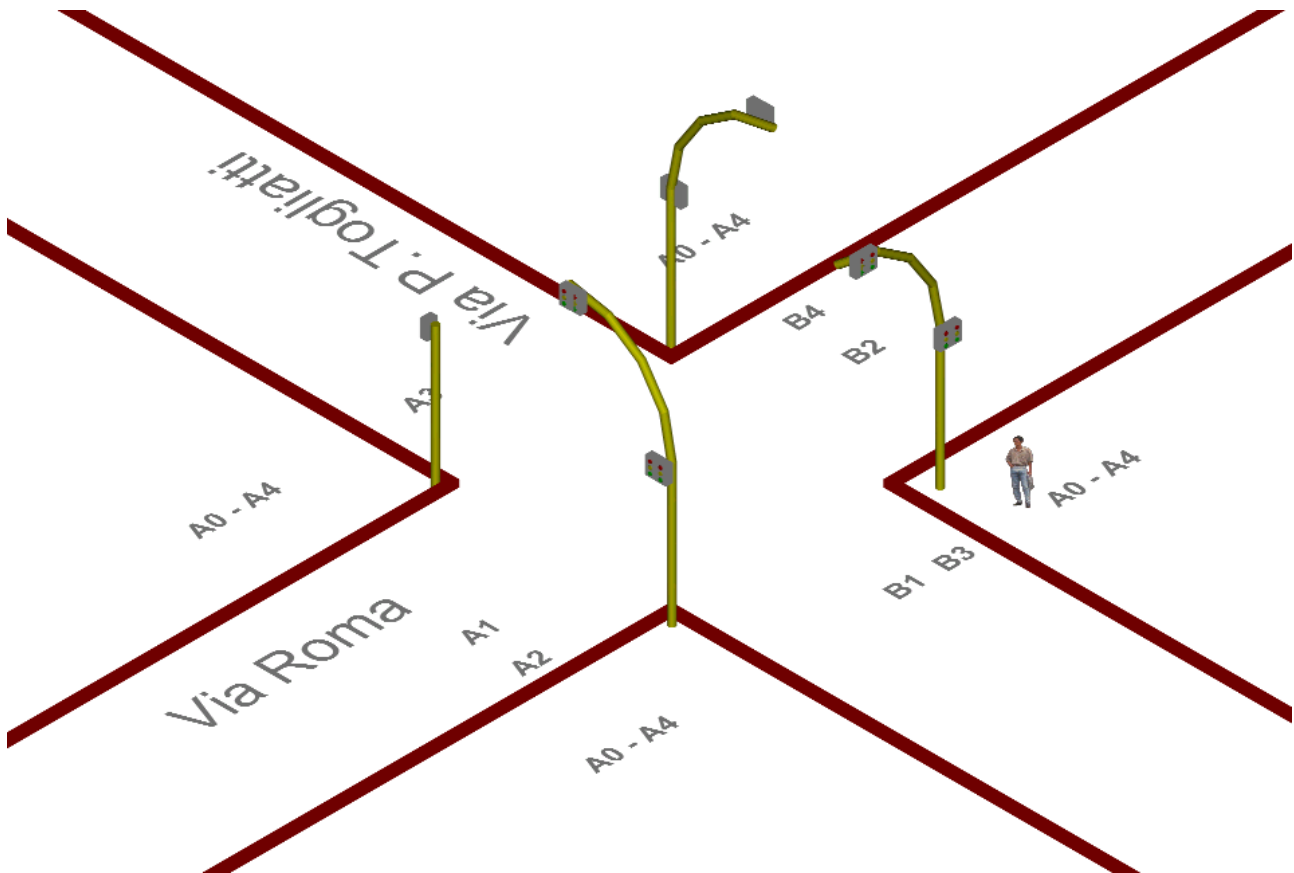
Per una completa comprensione delle varie parti del progetto è comunque consigliato utilizzare i programmi appropriati con i files allegati. Nell'ultima figura il pin contrassegnato da "Signal people action" deve essere collegato (utilizzando dei buffer) ai pulsanti di richiesta passaggio pedoni sui supporti dei semafori. Il pin "comparator" è quello che viene dall'uscita dei comparatori sul PCB del timer e genera le transizioni sul pin "Signal controller (comparator)" collegato al PIC. Il pin "Signal controller (people)" infine, resetta il flip-flop e disabilita la pressione del pulsante di chiamata passaggio pedoni mentre è in esecuzione la routine per l'abilitazione dei passaggi pedonali.

Nella figura che segue è indicata la sequenza dei "passi" seguiti dall'algoritmo presente nella memoria del PIC. Le frecce in colore verde indicano le direzioni con luce verde percorribili in ogni stadio. Ogni situazione fa riferimento alle label presenti nel listato assembler: La configurazione del 1° stadio corrisponde alla label PRIMO, quella del 2° stadio alla label SECONDO, quella del 3° stadio alla label TERZO, quella del 4° stadio alla label QUARTO. Le linee A0 e A4 indicate all'esterno delle carreggiate, corrispondono al semaforo pedoni e ai pulsanti di chiamata per passaggio pedonale anche se come chiarito prima i pulsanti non sono collegati direttamente al PIC, ma sono collegati ad esso mediante un flip-flop di tipo D. In figura sono anche indicati i pin

utilizzati dal PIC per controllare i moduli a flip-flop di uscita. In particolare tutta la porta B è configurata come uscita ad eccezione del pin RB0, mentre la porta A possiede solo un pin configurato come ingresso e cioè quello relativo ad A4. Il motivo per cui la carreggiata superiore nelle figure non è suddivisa in corsie come le altre è che questa è meno larga rispetto alle altre, anche se dalla figure non si nota. Il progetto in esame infatti rispecchia un problema reale di un incrocio nel comune di Cirò Marina.



Per concludere infine, viene riportata una visualizzazione orientativa in 3D di quello che dovrebbe essere l'impianto semaforico.



**\*\*\*** Come ultima osservazione si vuole mettere in evidenza il fatto che il timer realizzato con componenti discreti si sarebbe potuto realizzare mediante software utilizzando un PIC opportunamente programmato (utilizzando le funzionalità del TMR0 presente nel PIC). In questo caso però, sarebbe stato opportuno utilizzare un PIC con più porte di I/O in quanto oltre ai segnali di controllo sono presenti anche le uscite per la visualizzazione su display 7-segmenti.

Realizzazione a cura di Marino Michele

Tutti i disegni visibili in questo progetto sono stati realizzati con AutoCad® 2000 Release ed Electronics Work Bench 4.