

## INDICE

<b>0.- INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>1.- DESCRIZIONE GENERALE</b>	<b>2</b>
<b>2.- COLLAUDO DEL MINILAB</b>	<b>6</b>
<b>3.- DOPPIO GENERATORE DI TENSIONE CONTINUA VARIABILE DA -10V A +10V E REGOLABILE CON PRECISIONE</b>	<b>7</b>
<b>4.- GENERATORE DI CLOCK</b>	<b>9</b>
<b>5.- GENERATORE DI TENSIONE DI RIFERIMENTO POSITIVA VARIABILE</b>	<b>13</b>
<b>6. – VISUALIZZATORE DI STATO LOGICO A DIODI LED</b>	<b>15</b>
<b>7. – INTERRUTTORI DI STATO LOGICO D’INGRESSO CON VISUALIZZAZIONE DELLO STATO LOGICO MEDIANTE LED</b>	<b>17</b>
<b>8. – DOPPIO VISUALIZZATORE CON DISPLAY A LED A 7 SEGMENTI</b>	<b>19</b>
<b>9. – CIRCUITO STAMPATO DEL MINILAB</b>	<b>20</b>
<b>10. - COMPONENTI, RESISTENZE, CONDENSATORI, CIRCUITI INTEGRATI PER LA REALIZZAZIONE DEL MINILAB</b>	<b>22</b>

## 0.- Introduzione

Per potere verificare circuiti DAC e ADC occorrono alcuni circuiti ausiliari ricorrenti per tutti i DAC e tutti gli ADC.

**DAC:** il DAC converte una parola digitale in una tensione analogica ad essa proporzionale. I circuiti ausiliari tipici sono:

- interruttori digitali che simulino la parola digitale d'ingresso;
- generatore di tensione di riferimento;
- convertitore corrente tensione.

**ADC:** l'ADC converte una tensione analogica d'ingresso, variabile in un campo di valori predefinito, in una parola digitale d'uscita ad essa proporzionale. I circuiti ausiliari tipici sono:

- tensione analogica d'ingresso variabile con continuità e precisione da un minimo ad un massimo (definiti dalla dinamica d'ingresso);
- generatore di tensione di riferimento;
- visualizzatori di stato logico a diodi LED per rilevare la parola digitale d'uscita o un doppio visualizzatore a display 7 segmenti con decoder driver esadecimale 7 segmenti per visualizzare la parola d'uscita in numerazione esadecimale;
- generatore di clock.

Al fine di disporre di tutta (o quasi) la circuiteria ausiliaria, si è pensato di progettare una piastra sperimentale con tali circuiti già su di essa disponibili.

## 1. - Descrizione generale

La piastra per la verifica di circuiti DAC e ADC (MiniLab) consta di:

- a. Doppia piastra di bread-board per il cablaggio dei circuiti;
- b. Due generatori di tensione continua variabile con precisione da -10V a +10V (fig. 1, è visibile anche il connettore per l'alimentazione: +5V, +12V, -12V, GND);
- c. Otto interruttori con diodi LED che consentono di visualizzare lo stato logico degli interruttori (fig. 2);
- d. Generatore di clock con frequenza regolabile da 4,4Hz a circa 97KHz (fig. 3);
- e. Doppio visualizzatore a display a LED 7 segmenti che accetta in ingresso il codice binario e consente una uscita esadecimale (fig. 4);
- f. Visualizzatore di stato logico con otto diodi LED (fig. 5);
- g. Generatore di tensione di riferimento regolabile da 0 a 9V (fig. 6).

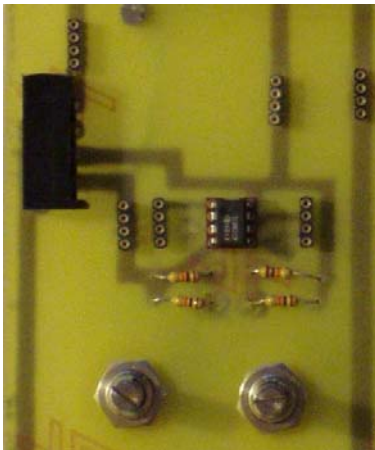


Fig. 1

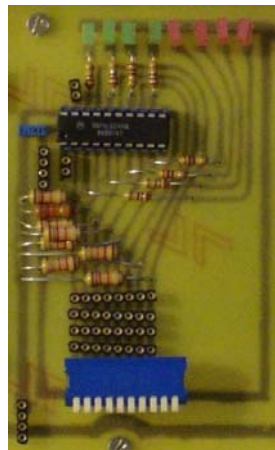


Fig. 2

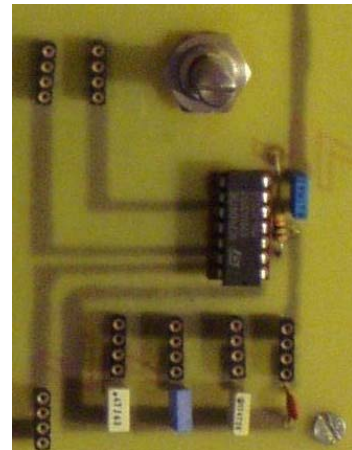


Fig. 3

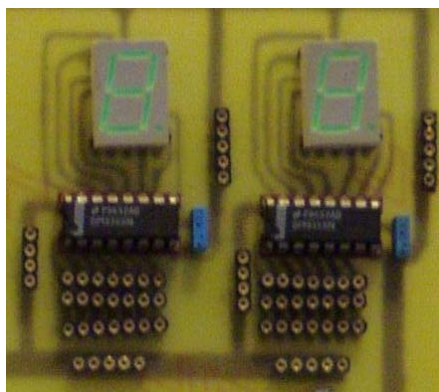


Fig. 4

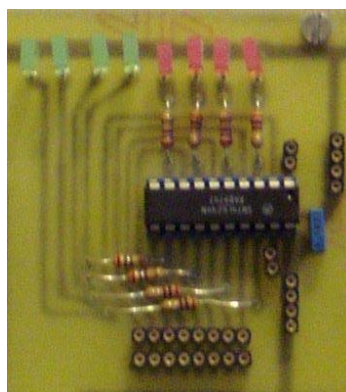
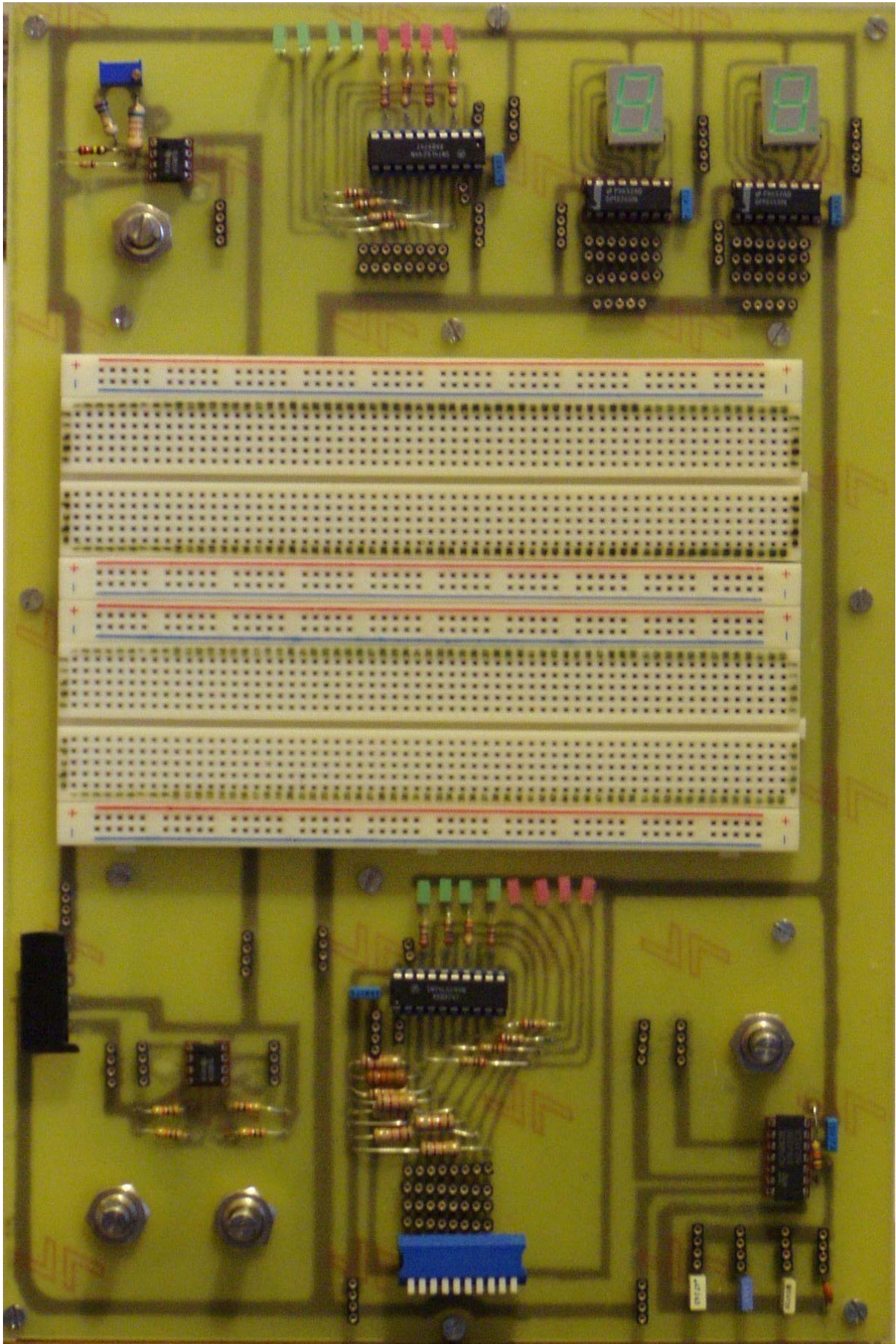


Fig. 5



Fig. 6

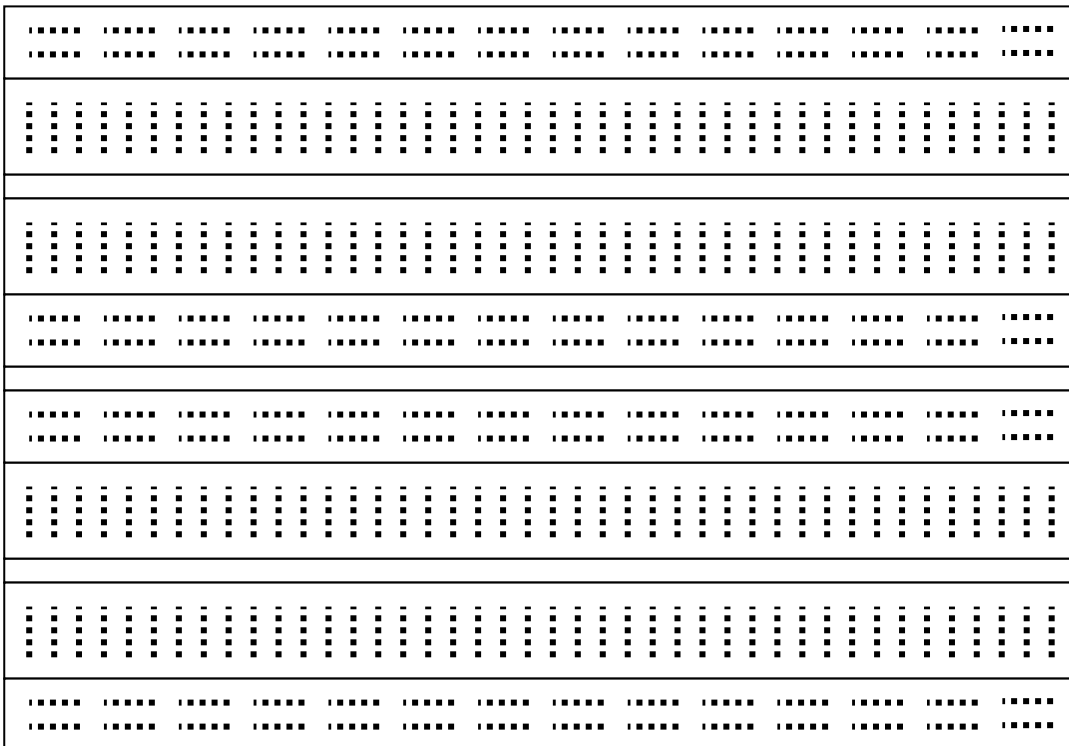
Il circuito da verificare viene assemblato sulla piastra di bread-board, che deve essere preventivamente collegata alle tensioni di alimentazione.



Generatore di tensione di riferimento regolabile da 0 a 9V

8 diodi LED per visualizzare lo stato logico delle uscite del circuito sperimentale in esame

Due visualizzatori a display a LED 7 segmenti con decoder driver binario esadecimale



GND  
+5V  
+12V  
-12V

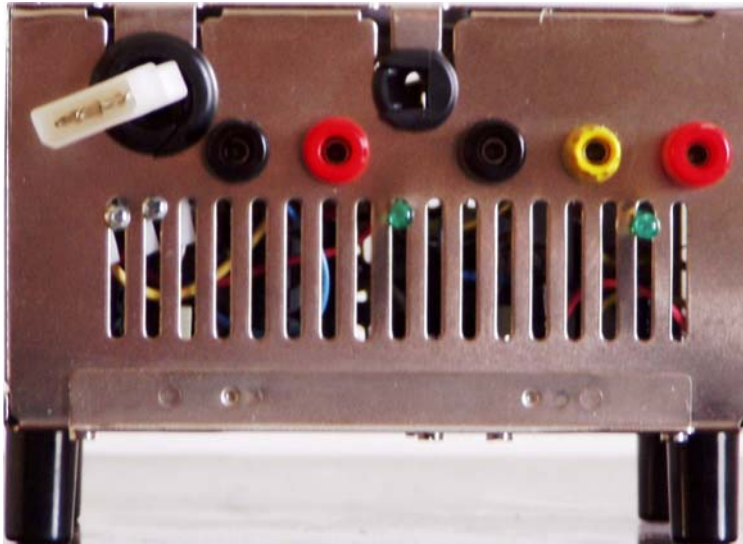
2 generatori di tensione continua variabile da -10V a +10V

8 interruttori con visualizzazione di stato logico a diodo LED

Generatore di clock con frequenze regolabili da 4,4HZ a 97KHz

Oltre che per DAC e ADC, la piastra può essere usata per la verifica di circuiti digitali sia combinatori sia sequenziali; mentre i circuiti analogici, per i quali è possibile, possono essere verificati in continua, salvo l'utilizzo di dispositivi esterni (quali generatore di funzione e oscilloscopio).

Date le dimensioni del trasformatore, non è stato possibile inserire l'alimentatore sulla piastra stessa; si è dovuto optare per un alimentatore esterno basato sull'utilizzo degli stabilizzatori della serie 78xx e 79xx. Nelle figure è visibile l'alimentatore.



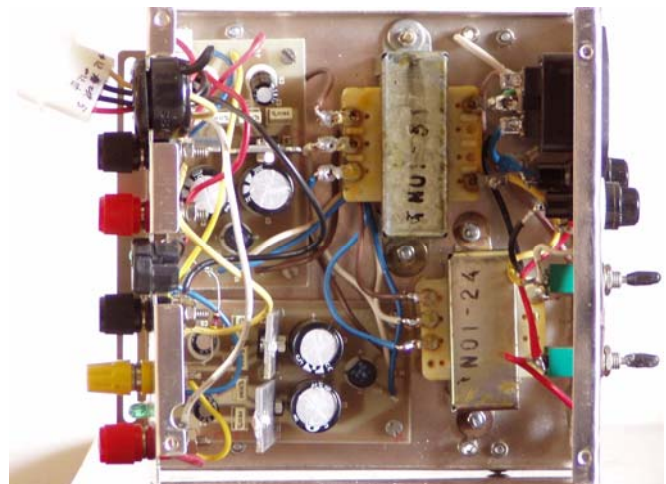
Vista frontale



Cavo di collegamento al MiniLab



Vista posteriore



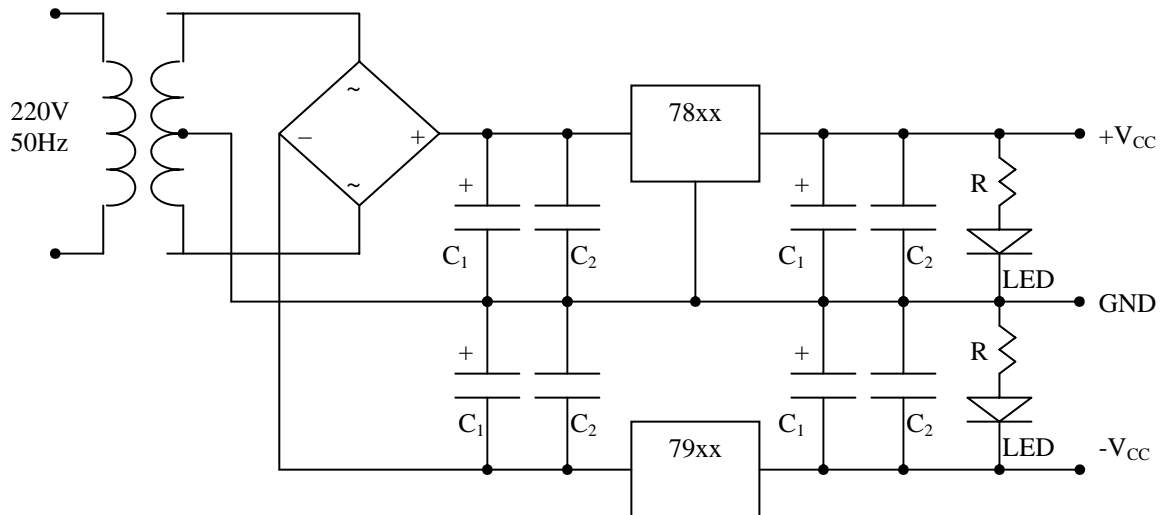
Vista interna

Il circuito utilizzato per entrambi gli alimentatori ( $\pm 5V$  e  $\pm 12V$ ) e quello di seguito riportato. I valori dei componenti sono:

TR presa centrale 220V/±15V 30VA e 220V/±9V 24VA CI 7805 , 78012 , 7905 , 7912

Condensatori  $C_1 = 1000\mu\text{F}$  ,  $C_2 = 47\mu\text{F}$  elettrolitici ;  $C_3 = 220\text{nF}$  poliestere

Ponte raddrizzatore 1,5A Resistenze  $R = 330\Omega$  ,  $1\text{K}\Omega$  Diodi LED verdi



## 2.- Collaudo del MiniLab

Il collaudo del primo prototipo del MibiLab realizzato è stato più che soddisfacente.

Si è verificato il corretto funzionamento degli interruttori logici, dei LED visualizzatori e del doppio display.

Si è misurata la tensione d'uscita dei due generatori di tensione continua che è risultata, per entrambe le uscite, variabile da  $-10\text{V}$  a  $+9,78\text{V}$ .

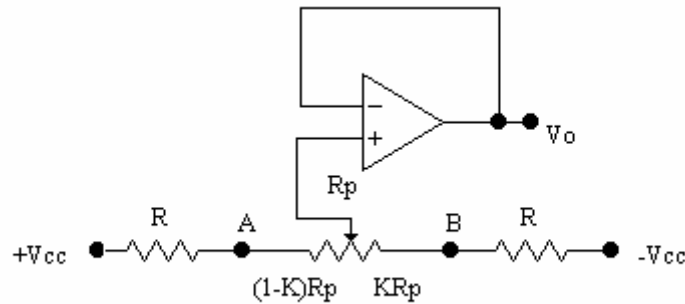
Si è tarato, agendo sul trimmer multigiri, il generatore di tensione di riferimento a  $9\text{V}$  e si è controllato che la tensione in uscita dall'inseguitore, agendo sul potenziometro multigiri, variava da  $0$  a  $9\text{V}$ .

Si è controllato il funzionamento del generatore di clock sia visualizzando le forme d'onda all'oscilloscopio sia rilevandone la frequenza con un frequenzimetro digitale. La forma d'onda è risultata soddisfacente su tutta la gamma delle frequenze. Alle frequenze più alte si notano sui fronti di salita e di discesa del segnale dei leggerissimi transitori di carica e di scarica. L'ampiezza è di circa  $5\text{V}$  e gli intervalli di frequenza misurati sono riportati nella tabella.

Capacità	$f_{ck}$	in	Hz	$f_{ck}/2$	in	Hz
$\eta\text{F}$	$f_{MIN}$		$f_{MAX}$	$f_{MIN}$		$f_{MAX}$
0,47	9432		78950	4715		39490
4,7	833		8181	416		4082
47	80,80		810	40,4		405
470	8,36		83,57	4,18		41,75

### 3.- Doppio generatore di tensione continua variabile da -10V a +10V e regolabile con precisione

si incontra spesso la necessità di disporre di generatori di segnale continuo regolabile in un campo di variazione prestabilito. Si può ottenere un tale dispositivo impiegando un amplificatore operazionale in configurazione di inseguitore di tensione, un potenziometro multigiri (per avere la necessaria sensibilità di regolazione) e due resistenze. Il circuito è il seguente:



Si definisce il campo di variazione della tensione d'uscita  $V_o$ :  $V_{oL} \leq V_o \leq V_{oH}$ .

- Col cursore in B ( $k = 0$ ) si ha il valore minimo  $V_o = V_{oL}$
- Col cursore in A ( $k = 1$ ) si ha il valore massimo  $V_o = V_{oH}$

La tensione  $V_- = V_+ = V_o$  dipende dalla posizione del cursore del potenziometro e dalle tensioni di alimentazione  $\pm V_{CC}$ . Si calcola la tensione  $V_+$  applicando il principio di sovrapposizione degli effetti:

$$V_+ = V_o = \frac{kR_p + R}{R_p + 2R} V_{CC} - \frac{(1-k)R_p + R}{R_p + 2R} V_{CC} = \frac{kR_p + R - R_p + kR_p - R}{R_p + 2R} V_{CC} = \frac{(2k-1)R_p}{R_p + 2R} V_{CC}$$

dove  $0 \leq k \leq 1 \Rightarrow \begin{cases} k=0 \text{ cursore in B} \rightarrow V_o = V_{oL} \\ k=1 \text{ cursore in A} \rightarrow V_o = V_{oH} \end{cases}$

Se  $V_{CC} = 12V$  e  $V_{oH} = -V_{oL} = 10V$ , col cursore in A ( $k = 1$ ), si ha:

$$V_+ = V_{oH} = \frac{R_p}{R_p + 2R} V_{CC} \Rightarrow \frac{R_p}{R_p + 2R} = \frac{V_{oH}}{V_{CC}} \Rightarrow \frac{R_p + 2R}{R_p} = \frac{V_{CC}}{V_{oH}} \Rightarrow 1 + \frac{2R}{R_p} = \frac{V_{CC}}{V_{oH}} \Rightarrow$$

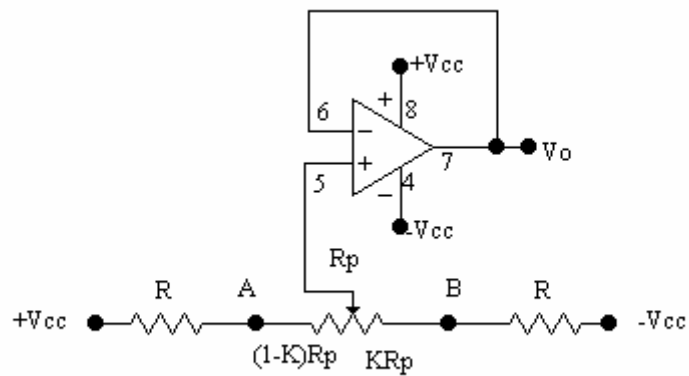
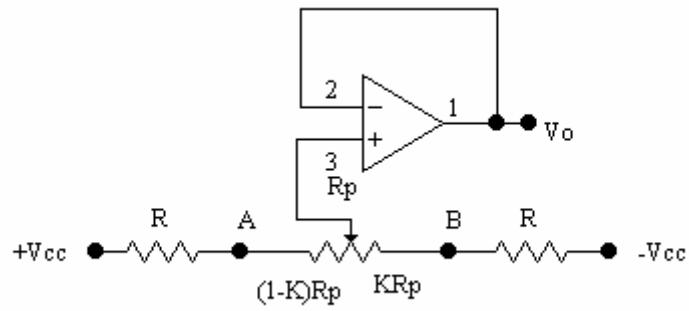
$$\Rightarrow \frac{2R}{R_p} = \frac{V_{CC}}{V_{oH}} - 1 \Rightarrow R = \left( \frac{V_{CC}}{V_{oH}} - 1 \right) \cdot \frac{R_p}{2} = \left( \frac{12}{10} - 1 \right) \cdot \frac{R_p}{2} = 0,2 \cdot \frac{R_p}{2} = 0,1 \cdot R_p$$

Si fissa  $R_p = 100K\Omega$ , 10 giri, e si calcola R:

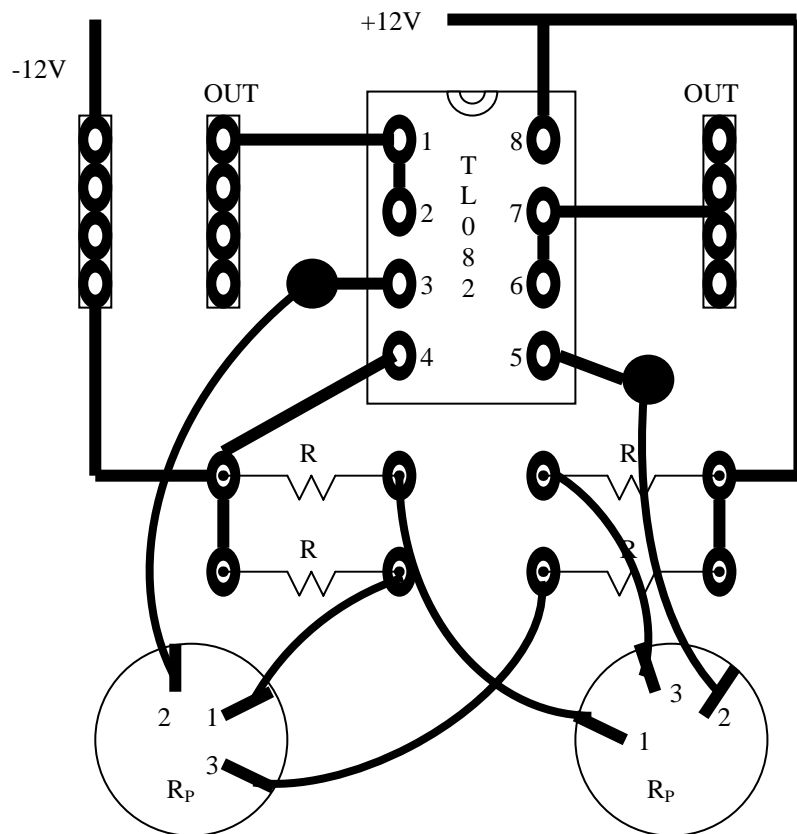
$$R = 0,1 \cdot R_p = 0,1 \cdot 100 \cdot 10^3 = 10K\Omega$$



Per ottenere due uscite indipendenti, si utilizza l'amplificatore operazionale TL082. il circuito è il seguente;

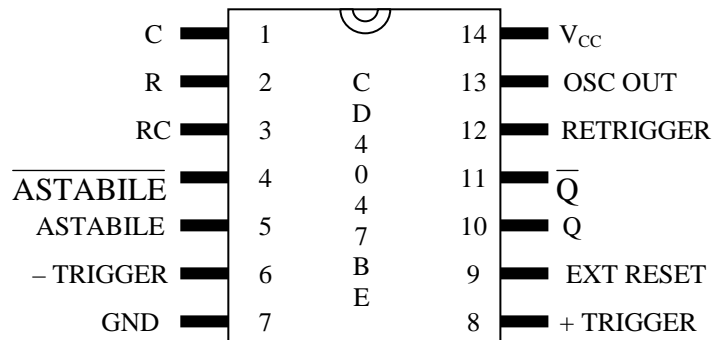


Sbroglio del circuito.



#### 4.- Generatore di clock

Il circuito integrato CD4047BE è un integrato CMOS che viene utilizzato per realizzare multivibratore astabili e monostabili. Il diagramma delle connessioni è il seguente:



Una capacità esterna (tra i piedini 1 e 3) e una resistenza esterna (tra i piedini 2 e 3) determinano la durata dell'impulso nel funzionamento monostabile, e la frequenza dell'uscita nel funzionamento astabile.

Il funzionamento astabile si ottiene mettendo a livello alto l'ingresso ASTABILE o a livello basso l'ingresso  $\overline{\text{ASTABILE}}$ . La frequenza d'uscita (con un duty cycle del 50%) alle uscite Q e  $\overline{Q}$  è determinata dai componenti esterni (R e C) di temporizzazione. Una frequenza doppia di quella su Q è disponibile all'uscita oscillatore (OSC OUT); ma non è garantito un duty cycle del 50%.

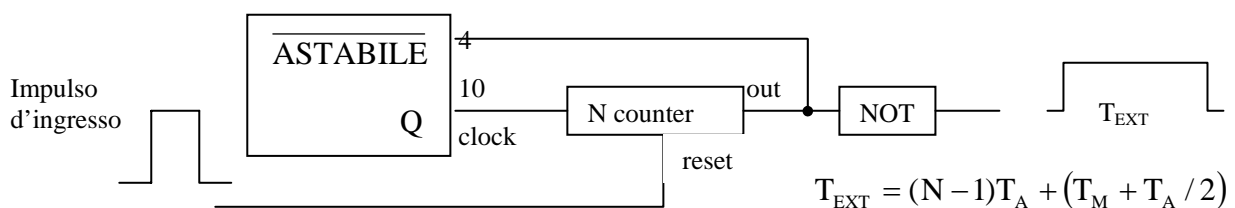
Il funzionamento monostabile si ottiene quando il dispositivo è triggerato da una transizione da basso ad alto sull'ingresso +TRIGGER o da una transizione da alto a basso sull'ingresso -TRIGGER. Il dispositivo può essere retriggerato applicando una transizione da basso ad alto contemporaneamente sugli ingressi +TRIGGER e RETRIGGER.

Un livello alto sull'ingresso RESET resetta l'uscita Q a livello basso e l'uscita  $\overline{Q}$  a livello alto.

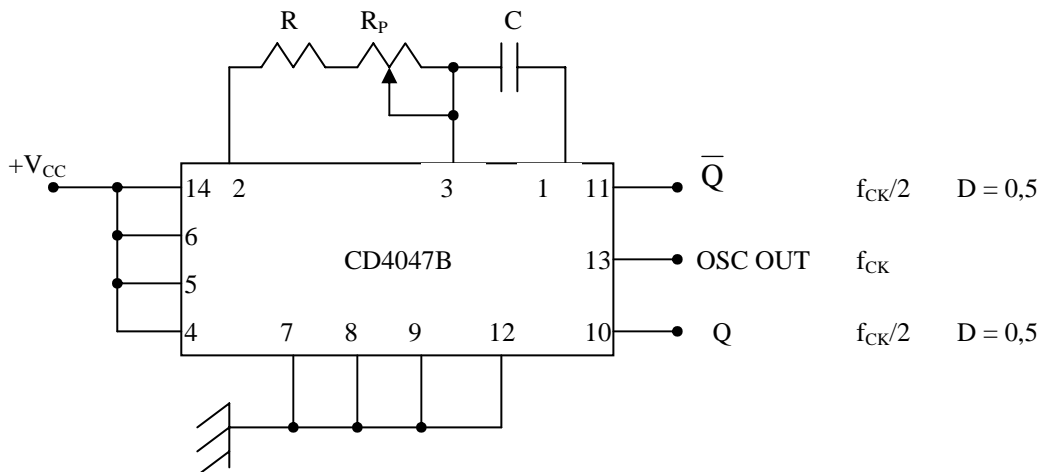
#### Tabella di funzionamento

Funzione	Connessione dei terminali			Impulso d'uscita	Periodo tipico d'uscita o durata dell'impulso
	A $V_{CC}$	A GND	Impulso d'ingresso		
Multivibratore astabile					
Oscillazione libera	4, 5, 6, 14	7, 8, 9, 12		10, 11, 13	$T_A(10, 11) = 4,4RC$ $T_A(13) = 2,2RC$
Uscita dritta	4, 6, 14	7, 8, 9, 12	5	10, 11, 13	
Uscita negata	6, 14	5, 7, 8, 9, 12	4	10, 11, 13	
Multivibratore monostabile					
Positive edge triggered	4, 14	5, 6, 7, 9, 12	8	10, 11	$T_M(10, 11) = 2,48RC$
Negative edge triggered	4, 8, 14	5, 7, 9, 12	6	10, 11	
Retriggerabile	4, 14	5, 6, 7, 9	8, 12	10, 11	
Contatore esterno (Nota 1)	14	5, 6, 7, 8, 9, 12	Figura 1	Figura 1	Figura 1

Nota 1. Resistenza esterna tra i terminali 2 e 3, capacità esterna tra i terminali 1 e 3.



Il circuito astabile, con oscillazione libera, e il seguente:



Le relazioni di progetto sono:

- **configurazione astabile**       $T = 2,2RC$  (OSC OUT) ;  $C \geq 100\text{pF}$  e  $10\text{K}\Omega \leq R \leq 1\text{M}\Omega$
- **configurazione monostabile**     $T = 2,48RC$  ;       $C \geq 1\text{nF}$  e  $10\text{K}\Omega \leq R \leq 1\text{M}\Omega$

i condensatori devono essere di tipo non polare (elettrolitici o al tantalio).

Si vuole realizzare un oscillatore a frequenza variabile, con variazione di una decade. Si fissa il valore dell'intervallo di frequenza:

$$f = 10\text{KHz} \div 100\text{KHz} \Rightarrow \begin{cases} f_{\text{MIN}} = 10\text{KHz} \rightarrow T_{\text{MAX}} = 0,1\text{ms} \\ f_{\text{MAX}} = 100\text{KHz} \rightarrow T_{\text{MIN}} = 0,01\text{ms} \end{cases}$$

Il periodo è:  $T = 2,2 \cdot (R + kR_p) \cdot C$  con  $0 \leq k \leq 1$ .

Con  $k = 1$ ,  $R_p$  tutto inserito, si ha il periodo massimo; Con  $k = 0$ ,  $R_p$  tutto disinserto, si ha il periodo minimo.

$$T_{\text{MIN}} = 2,2 \cdot RC \quad ; \quad T_{\text{MAX}} = 2,2 \cdot (R + R_p) \cdot C \quad ; \quad T_{\text{MAX}} = 10T_{\text{MIN}}$$

Facendo rapporto tra  $T_{\text{MAX}}$  e  $T_{\text{MIN}}$ , si ha:

$$\frac{T_{\text{MAX}}}{T_{\text{MIN}}} = 10 \Rightarrow \frac{2,2 \cdot (R + R_p) \cdot C}{2,2 \cdot RC} = 10 \Rightarrow 1 + \frac{R_p}{R} = 10 \Rightarrow R_p = 9R \Rightarrow R = \frac{R_p}{9}$$

Si utilizza un potenziometro multigiri di  $100\text{K}\Omega$  e per  $R$  si ha:  $R = \frac{R_p}{9} = \frac{100 \cdot 10^3}{9} = 11,1\text{K}\Omega$

Per  $R$  si può utilizzare il valore  $10\text{K}\Omega$ . Con tale valore, si ha:

$$\frac{T_{\text{MAX}}}{T_{\text{MIN}}} = \frac{R + R_p}{R} = \frac{10 \cdot 10^3 + 100 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^3} = 11 \Rightarrow T_{\text{MAX}} = 11T_{\text{MIN}}$$

Da  $T_{\text{MIN}}$  si dimensiona C:

$$T_{\text{MIN}} = 2,2 \cdot RC \Rightarrow C = \frac{T_{\text{MIN}}}{2,2 \cdot R} = \frac{0,01 \cdot 10^{-3}}{2,2 \cdot 10 \cdot 10^3} = 0,45 \eta\text{F} = 450\text{pF}$$

valore commerciale 470pF.

Con  $R_P = 100\text{K}\Omega$  10 giri ;  $R = 10\text{K}\Omega$  ;  $C = 470\text{pF}$  , si ha:

$$T_{\text{MIN}} = 2,2 \cdot RC = 2,2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 0,47 \cdot 10^{-9} = 0,0103\text{ms} \rightarrow f_{\text{MAX}} = 96,7\text{KHz}$$

$$T_{\text{MAX}} = 2,2 \cdot (R + R_P) \cdot C = 2,2 \cdot (10 \cdot 10^3 + 100 \cdot 10^3) \cdot 0,47 \cdot 10^{-9} = 0,113\text{ms} \rightarrow f_{\text{MIN}} = 8,79\text{KHz}$$

Volendo fare variare la frequenza nelle decadi inferiori, è sufficiente cambiare il valore del condensatore con uno che sia multiplo secondo 10 di C, ovvero:

$$C_1 = 4,7\eta\text{F} \rightarrow T_{\text{MIN}} = 0,103\text{ms} ; T_{\text{MAX}} = 1,137\text{ms} ; f_{\text{MIN}} = 0,879\text{KHz} ; f_{\text{MAX}} = 9,67\text{KHz}$$

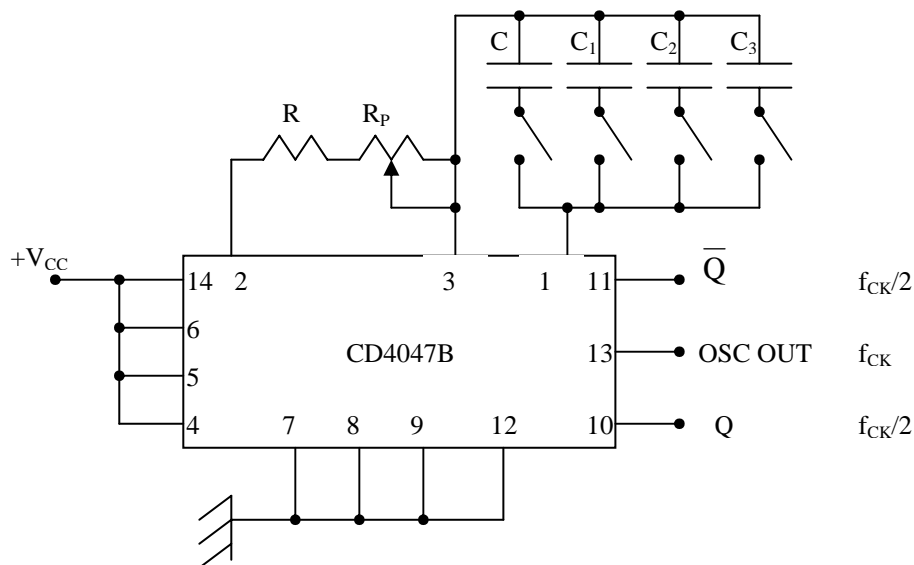
$$C_2 = 47\eta\text{F} \rightarrow T_{\text{MIN}} = 1,03\text{ms} ; T_{\text{MAX}} = 11,37\text{ms} ; f_{\text{MIN}} = 87,9\text{Hz} ; f_{\text{MAX}} = 967\text{Hz}$$

$$C_3 = 470\eta\text{F} \rightarrow T_{\text{MIN}} = 10,3\text{ms} ; T_{\text{MAX}} = 113,7\text{ms} ; f_{\text{MIN}} = 8,79\text{Hz} ; f_{\text{MAX}} = 96,7\text{Hz}$$

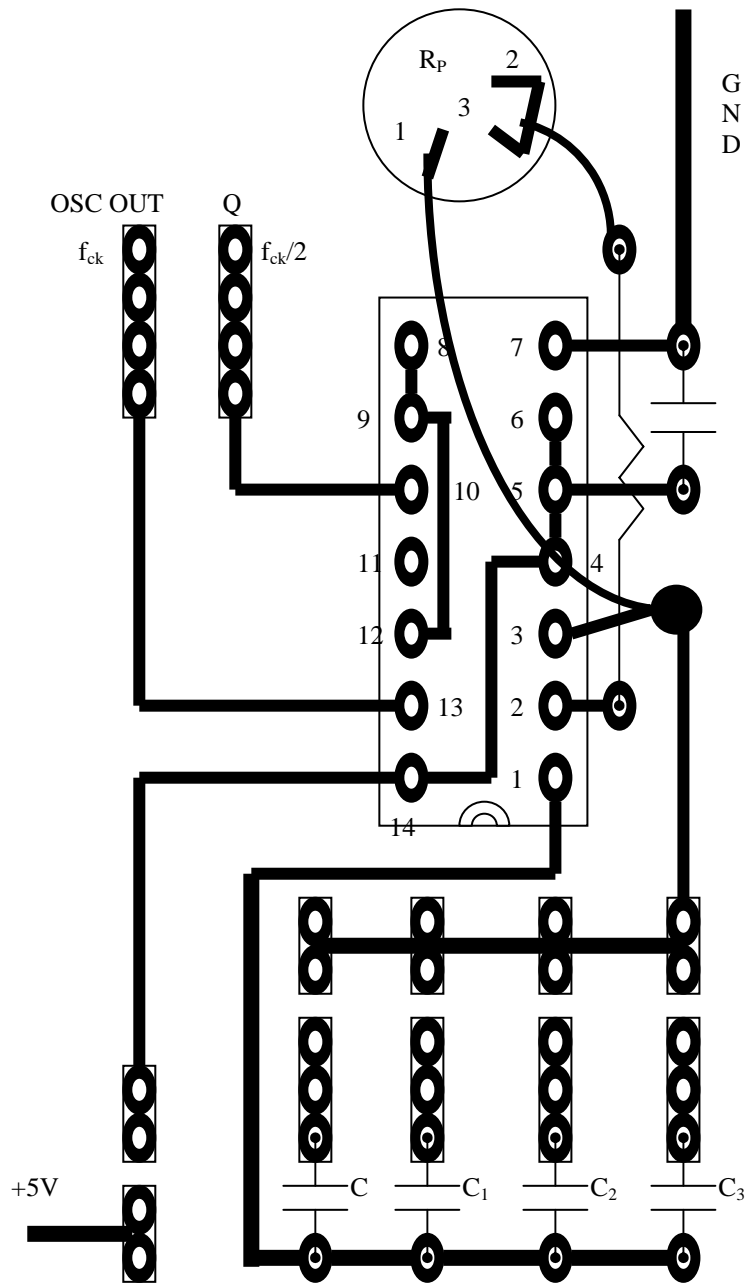
Non si può andare oltre non disponendo di condensatori non polari di valore più elevato.

Si alimenta il circuito con una tensione  $V_{\text{CC}} = +5\text{V}$ , in modo che il segnale sia di livello compatibile con la famiglia TTL. In ogni caso si può comandare con tale clock l'ingresso di una porta NOT TTL e utilizzare la sua uscita come segnale di clock da collegare al resto del circuito (si aumenta il FAN OUT del clock). l'ampiezza del segnale di clock dovrà risultare di circa 5V, pari alla tensione di alimentazione.

Il circuito finale è il seguente.

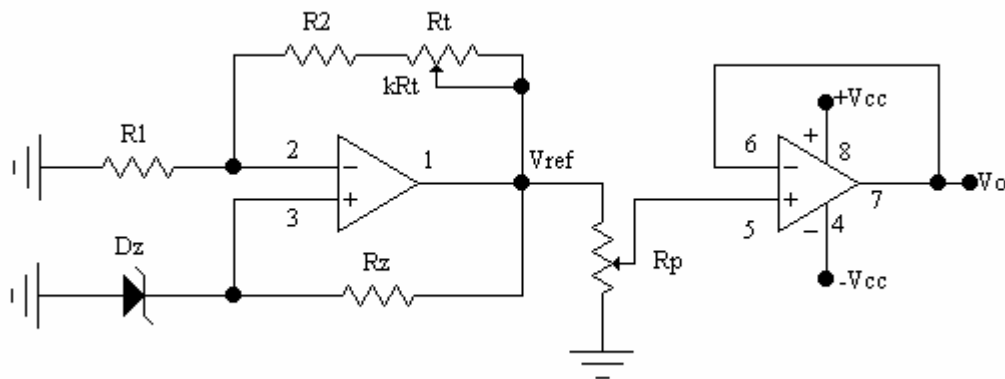


# Sbroglio del circuito



## 5.- Generatore di tensione di riferimento positiva variabile

Il circuito utilizzato è quello di figura.



Si deve utilizzare la doppia alimentazione per evitare che l'uscita dell'inseguitore saturi quando la tensione sul piedino 5 scende al di sotto di 1,5V. l'inseguitore garantisce un ottimale adattamento dell'impedenza qualunque sia il circuito pilotato. Il trimmer  $R_T$  multigiri consente di tarare l'uscita all'esatto valore massimo voluto.

Il circuito è in configurazione non invertente, per cui:  $V_{REF} = \left(1 + \frac{R_2 + kR_T}{R_1}\right)V_Z$ , con  $0 \leq k \leq 1$ ,

e la corrente nello zener è:  $I_Z = \frac{V_{REF} - V_Z}{R_Z}$

Al variare di  $R_T$  (ossia di  $k$ ) la tensione varierà dal valore minimo  $V_{REFMIN} = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)V_Z$ , con  $k = 0$ ,

al valore massimo  $V_{REFMAX} = \left(1 + \frac{R_2 + R_T}{R_1}\right)V_Z$ , con  $k = 1$ .

Il valore  $V_{REF}$  voluto si deve ottenere col cursore del trimmer circa al centro, ossia:

$$V_{REF} = \left(1 + \frac{R_2 + \frac{R_T}{2}}{R_1}\right)V_Z.$$

Si fissa  $V_{REF} = 9V$  e si utilizza un diodo zener di 5,6V. si fissano i valori in modo che, alla tensione  $V_{REF}$  voluta, il diodo zener sia in piena conduzione inversa. La tensione di alimentazione è  $\pm 12V$ .

Si risolve l'espressione di  $V_{REF}$  in funzione di  $R_2 + \frac{R_T}{2}$ :

$$V_{REF} = \left(1 + \frac{R_2 + \frac{R_T}{2}}{R_1}\right)V_Z \Rightarrow R_2 + \frac{R_T}{2} = \left(\frac{V_{REF}}{V_Z} - 1\right)R_1 = \left(\frac{9}{5,6} - 1\right)R_1 = 0,607R_1.$$

Si fissa  $R = 330\text{K}\Omega$  e si calcola  $R_2 + \frac{R_T}{2} = 0,607R_1 = 0,607 \cdot 330 \cdot 10^3 = 200,31\text{K}\Omega$ .

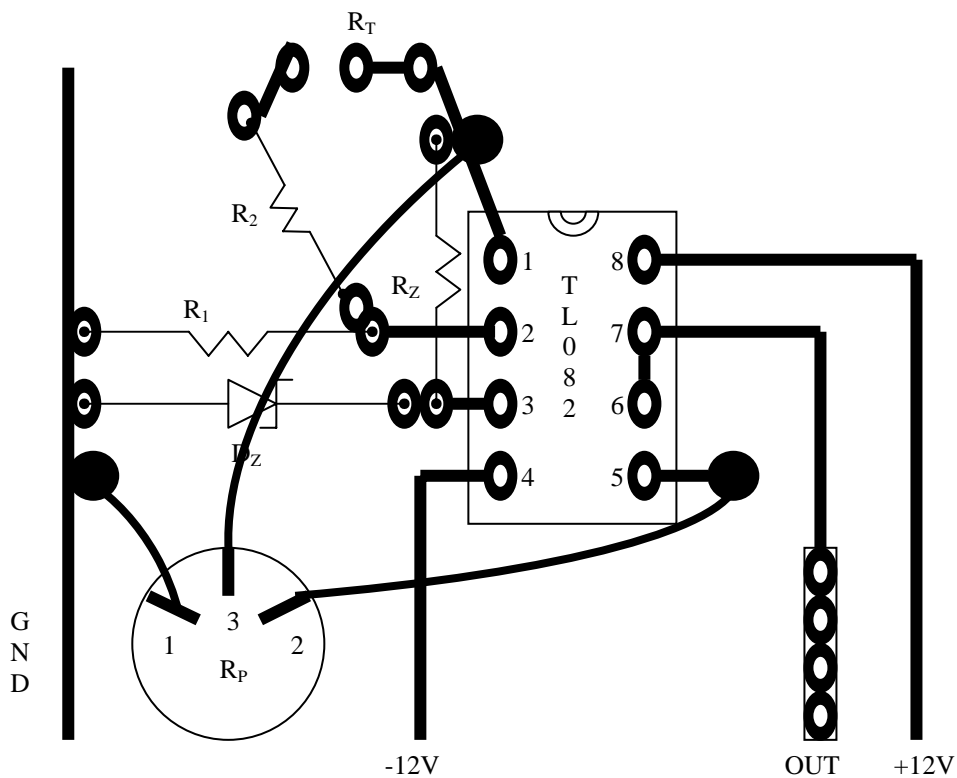
Si sceglie  $R_2 = 150\text{K}\Omega$  e  $R_T = 100\text{K}\Omega$  10 giri.

Con  $V_{\text{REF}} = 9\text{V}$ , si fissa una corrente  $I_Z = 5\text{mA}$  e si calcola  $R_Z = \frac{V_{\text{REF}} - V_Z}{I_Z} = \frac{9 - 5,6}{5 \cdot 10^{-3}} = 680\Omega$ .

Riassumendo: TL082 ;  $V_Z = 5,6\text{V}$  ;  $V_{\text{CC}} = \pm 12\text{V}$  ;  $R_Z = 680\Omega$  ;  $R_1 = 330\text{K}\Omega$  ;  $R_2 = 150\text{K}\Omega$  ;

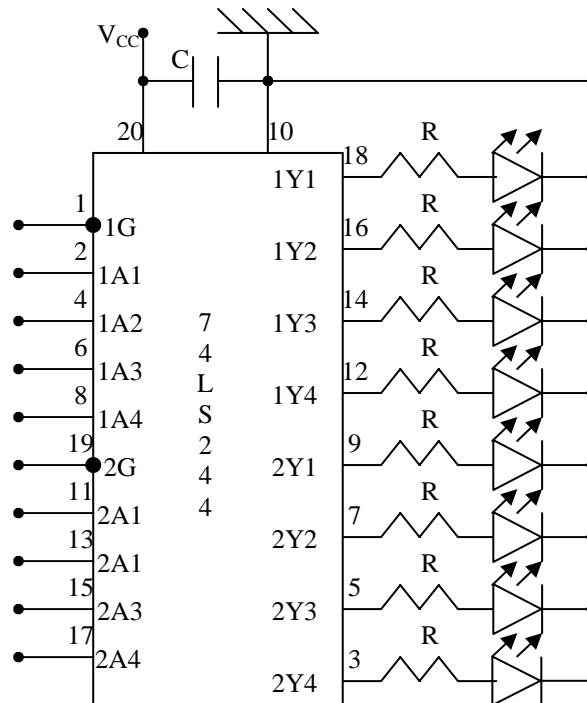
$R_T = 100\text{K}\Omega$  20 giri ;  $R_P = 100\text{K}\Omega$  10 giri.

### Sbroglio del circuito



## 6. – Visualizzatore di stato logico a diodi LED

Per pilotare i diodi LED si utilizza l'integrato 74LS244, che è un circuito pilota per 8 bus-line. Il circuito è il seguente:



La capacità  $C = 0,1\mu\text{F}$  cortocircuita a massa i rumori che potrebbero propagarsi attraverso l'alimentazione.

Assumendo  $V_{\text{OH}} = 3,3\text{V}$ ,  $V_{\text{F}} = 2\text{V}$ ,  $I_{\text{F}} = 5\text{mA}$ , si calcola il valore di R:

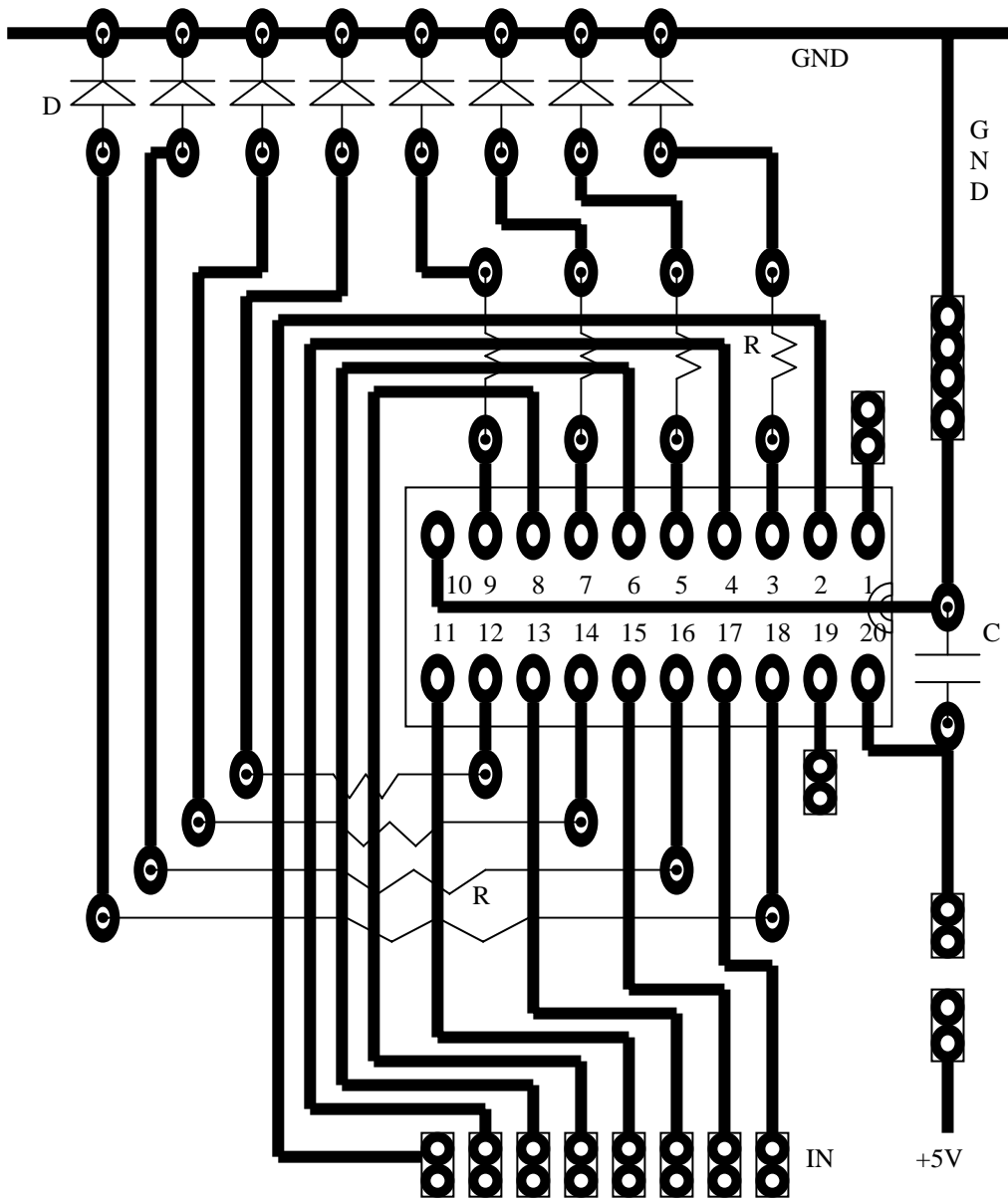
$$R = \frac{V_{\text{OH}} - V_{\text{F}}}{I_{\text{F}}} = \frac{3,3 - 2}{5 \cdot 10^{-3}} = 260\Omega \rightarrow 270\Omega$$

Per il quale si utilizza il valore commerciale di  $270\Omega$ .

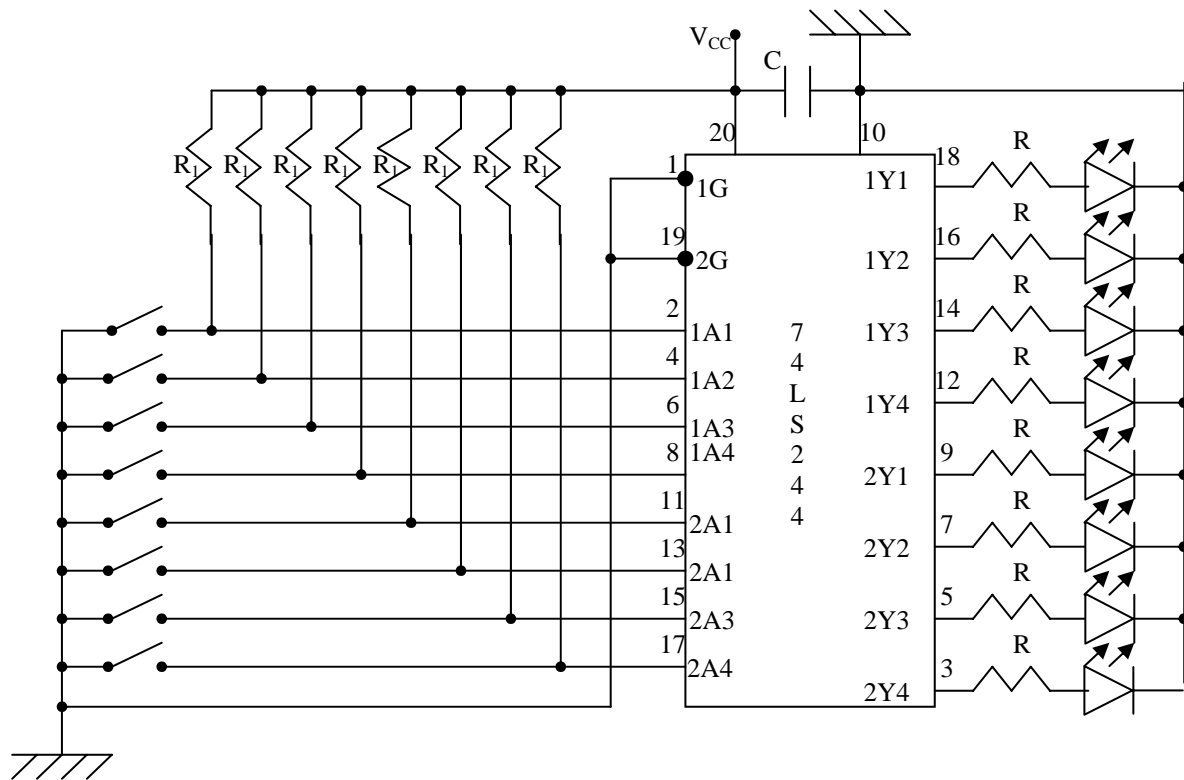
Il 74LS244 è dotato degli ingressi di abilitazione  $\overline{1G}$  (pin 1), che abilita i primi quattro driver (pin 2, 3, 6, 8), e  $\overline{2G}$  (pin 19), che abilita i secondi quattro driver (pin 11, 13, 15, 17). Tali ingressi sono attivi a livello basso, ossia per utilizzare il visualizzatore a LED bisogna collegare a massa  $\overline{1G}$  e  $\overline{2G}$ . Poiché gli ingressi non utilizzati sono interpretati come ingressi a livello alto e ciò provoca la loro accensione. Per spegnere i LED non utilizzati bisogna collegare a massa gli ingressi di tali LED.



# Sbroglio del circuito



**7. – Interruttori di stato logico d’ingresso con visualizzazione dello stato logico mediante LED**

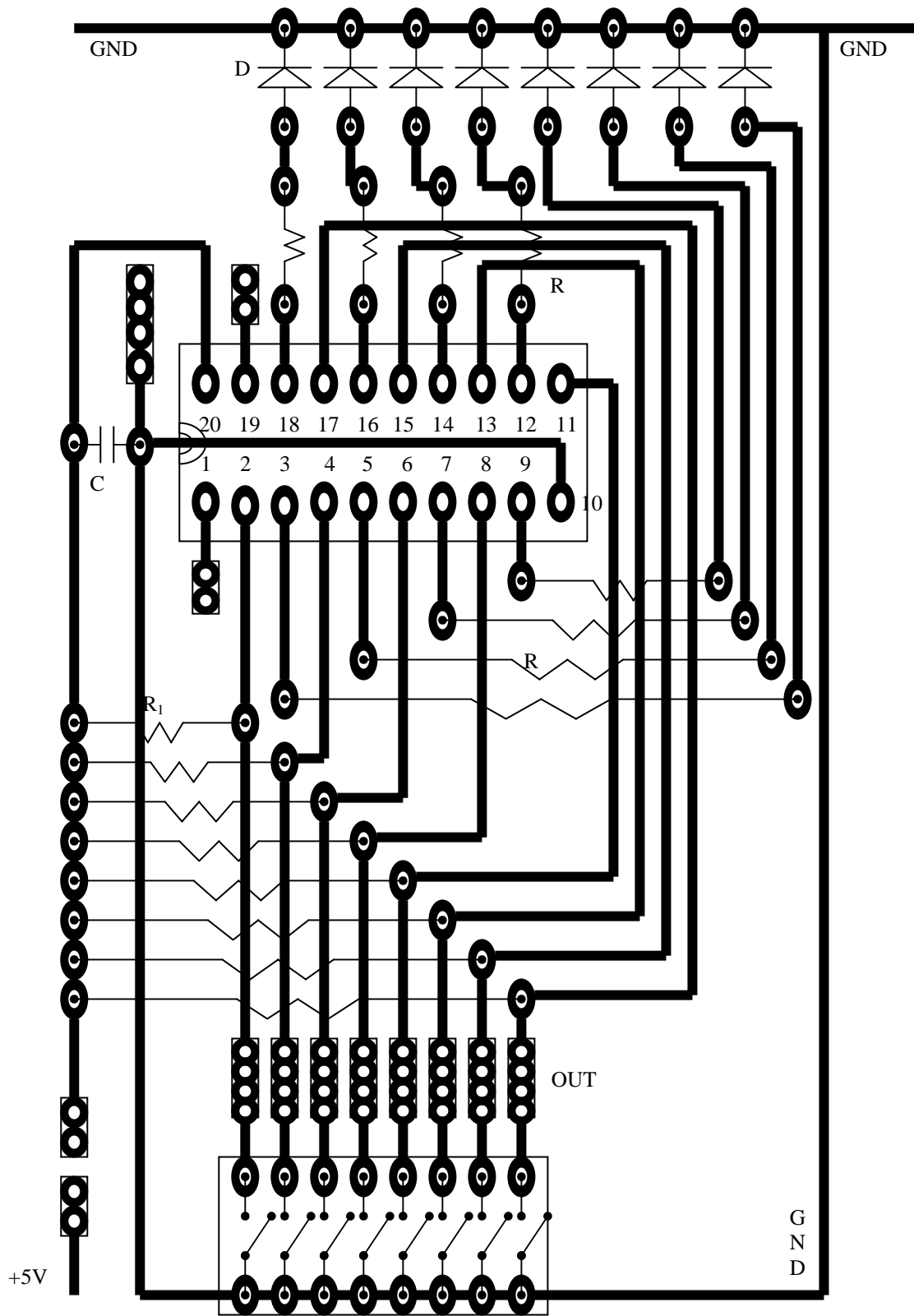


$R = 270\Omega$

$R_1 = 12K\Omega$

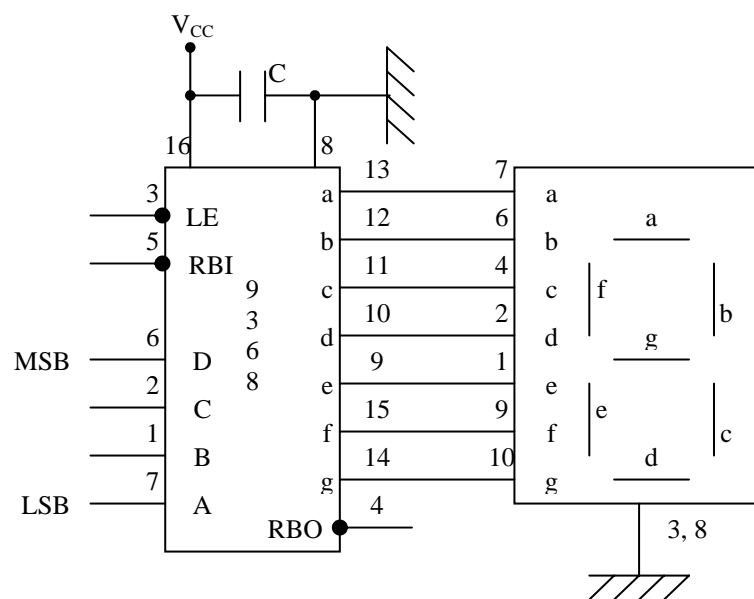
Per il corretto funzionamento del circuito gli ingressi di abilitazione  $\overline{1G}$  e  $\overline{2G}$  devono essere collegati a massa.

# Sbroglio del circuito



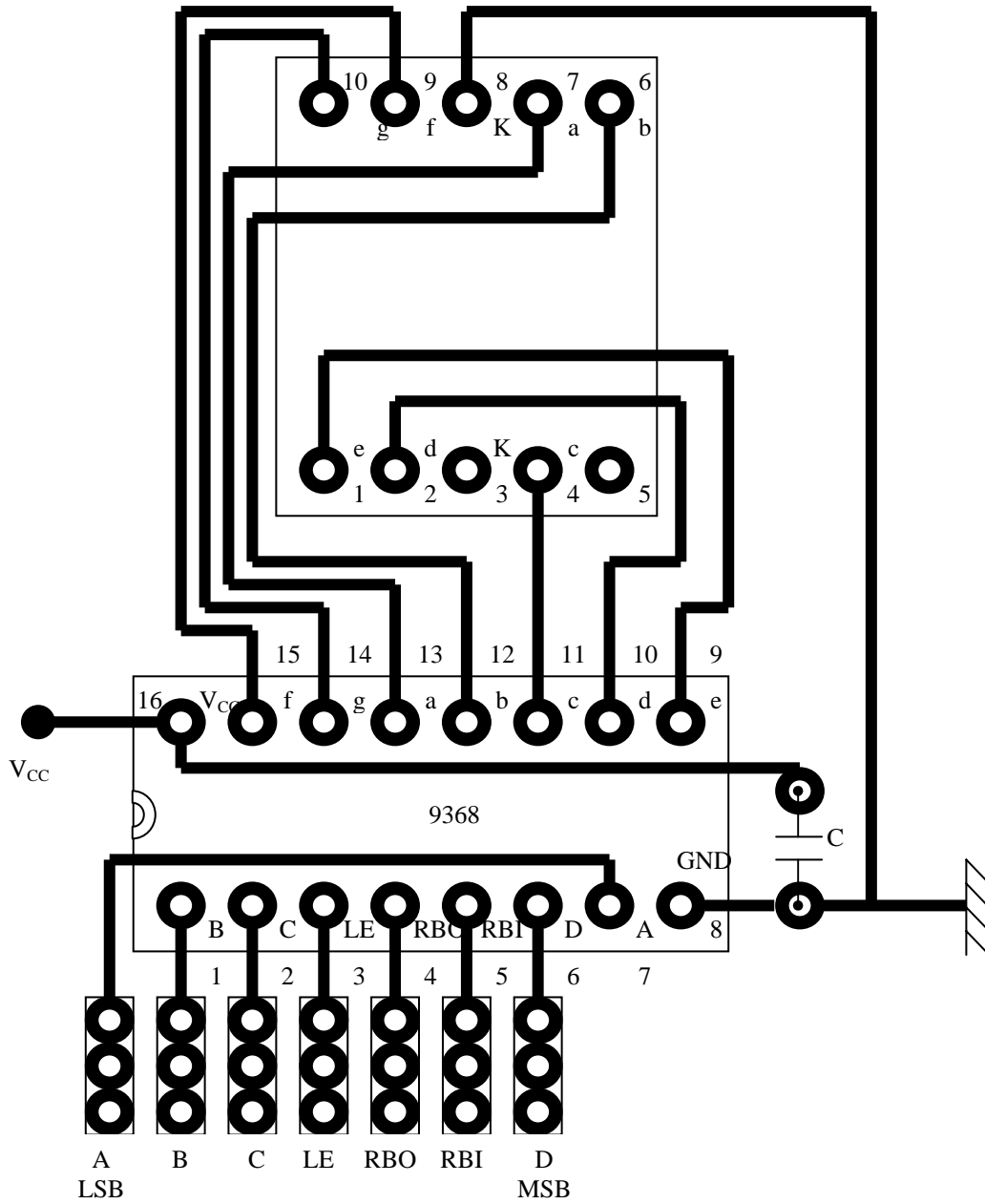
### 8. – doppio visualizzatore con display a LED a 7 segmenti

Si utilizza il decoder driver LATCH esadecimale 7 segmenti a 4 bit 9368. tale circuito, a livello alto, è in grado di erogare una corrente di 19mA e pilotare direttamente un display a LED a 7 segmenti; è in grado di visualizzare il codice esadecimale; portando alto l'ingresso LE (latch enable) è possibile memorizzare in uscita l'ultimo valore, indipendentemente dal valore d'ingresso; pilota display a catodo comune. Il circuito è il seguente.

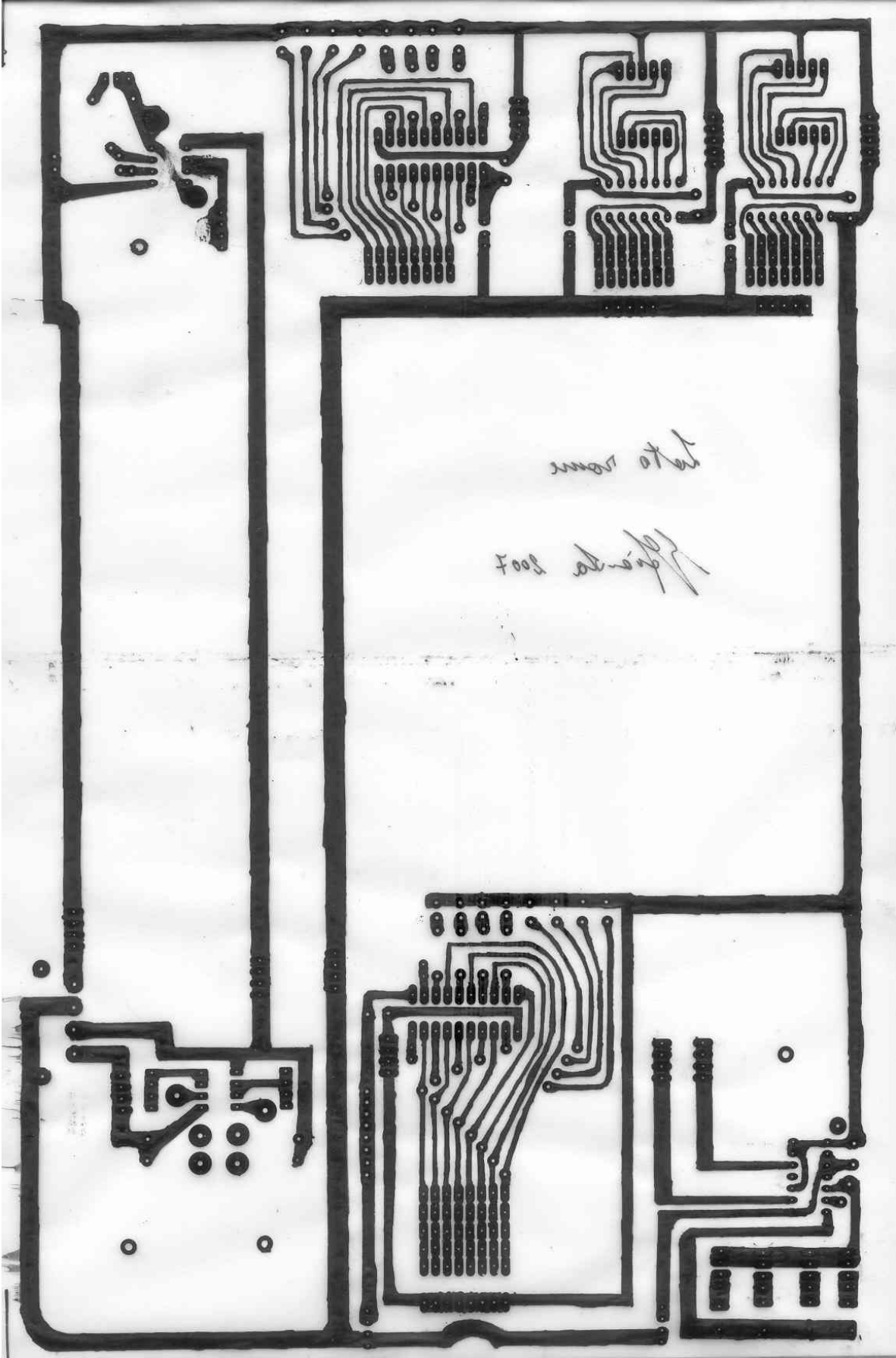


Il secondo visualizzatore con display a LED a 7 segmenti è la replica del primo  
 Per il corretto funzionamento del visualizzatore bisogna collegare l'ingresso LE a massa.

# Sbroglio del circuito



9. - Circuito stampato del MiniLab



## 10. - Componenti, resistenze, condensatori, circuiti integrati per la realizzazione della piastra

<b>Interruttori di comando</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato TTL 74LS244	1	8 Bus line driver
Miniswitch x 8 o x 10	1	Da circuito stampato
R di 270Ω	8	
R <sub>1</sub> di 12KΩ	8	
C di 100ηF	1	Poliestere o a disco
Diodo LED	8	
Zoccolo 20 pin	2	
Contatti a tulipano	40	
<b>Visualizzatore a 8 diodi LED</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato TTL 74LS244	1	8 Bus line driver
R di 270Ω	8	
Diodo LED	8	
C di 100ηF	1	Poliestere o a disco
Zoccolo 20 pin	1	
Contatti a tulipano	30	
<b>Generatore di clock</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato CMOS ca4047B	1	
Zoccolo 14 pin	1	
R di 10KΩ	1	
R <sub>p</sub> di 100KΩ	1	Potenziometro lineare 10 giri
C <sub>1</sub> di 470pF	1	Poliestere o a disco
C <sub>2</sub> di 4,7ηF	1	Poliestere
C <sub>3</sub> di 47ηF	1	Poliestere
C <sub>4</sub> di 470ηF	1	Poliestere
C di 100ηF	1	Poliestere o a disco
Contatti a tulipano	44	
<b>Visualizzatori a display a LED 7 segmenti</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato 9368	2	decoder driver esadecimale 7 segmenti a 4 bit
Zoccolo 16 pin	2	
Display 7 segmenti K comune	2	Serie FND500
C di 100ηF	2	Poliestere o a disco
Contatti a tulipano	52	
<b>Generatore di tensione di riferimento</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato TL082	1	
Zoccolo 8 pin	1	
R <sub>Z</sub> di 680Ω	1	
R <sub>1</sub> di 330KΩ	1	
R <sub>2</sub> di 150KΩ	1	
R <sub>T</sub> di 100KΩ	1	Trimmer 20 giri
R <sub>p</sub> di 100KΩ	1	Potenziometro lineare 10 giri
Diodo zener 1/2W 5,6V	1	
Contatti a tulipano	7	
<b>Doppio generatore di tensione continua variabile</b>		
Descrizione	Quantità	Note
Circuito integrato TL082	1	
Zoccolo 8 pin	1	
R di 10KΩ	4	
Contatti a tulipano	7	