



Progetto: prototipo di vasca con fontane a scenari.

classe V[^] Sez. D.

A.S. 2009/10

Laboratorio Aula 51 e Laboratorio T.D.P.

Alunni che hanno realizzato il progetto:

Bonsu Raphael,
Maffei Cristian
Marano Alessandro
Piuca Ovidio

Insegnanti:

prof. Sironi D. (parte teorica, realizzazione circuiti, simulazioni, misure.)
prof. Panebianco G. - ing. Famularo C. (programmazione PLC)
Coll. Tecnici: Francia G. – Ricchiuto A.



INDICE

- Introduzione
- Descrizione del progetto
- Struttura generale
- Connessione del PLC con il progetto "fontane"
- Regolazione del livello tramite modulazione PWM

- Schemi
- Simulazioni
- Misure
- Photo



INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'anno scolastico ci è stato proposto di realizzare un progetto in ambito elettrico/elettronico. Cercavamo un'idea diversa dalle solite che avevamo visto gli scorsi anni, per questo ci è venuto in mente, guardando le fontane che si trovano davanti all'entrata del teatro Valli a Reggio Emilia, di poter progettare e realizzare un sistema (seppure molto meno complesso di quelle citate) attraverso il quale si riuscisse produrre un getto d'acqua e a regolarne l'intensità, quindi l'altezza, e, perché no, che risultasse interessante anche dal punto di vista estetico.

All'inizio l'idea generale era quella di utilizzare delle elettrovalvole regolabili che, per mezzo di un circuito adeguato, permettessero l'aumento o la diminuzione del flusso d'acqua attraverso gli ugelli delle pompe.

In seguito, però, ci siamo resi conto della difficoltà di quest'operazione, in primo luogo dal punto di vista economico (visto già il costo notevole delle pompe), delle elettrovalvole.

Quindi, con il professor Sironi, siamo giunti alla conclusione che un'alimentazione attraverso la modulazione PWM (Pulse-width modulation), fosse non solo più conveniente dal punto di vista economico, ma anche e soprattutto da quello pratico.

Dopo aver pensato e disegnato degli schemi di massima, siamo passati all'elaborazione degli schemi e dei circuiti elettronici che ritenevamo necessari. Il principio di funzionamento generale doveva essere il seguente: attraverso il computer, ed il PLC (controllore logico programmabile), si programma l'automazione dell'impianto. Il controllore PLC decide i tempi e le modalità di attivazione dei circuiti che andranno a comandare le pompe e quindi il flusso dell'acqua sui diversi ugelli. Ogni pompa comanda 2 ugelli e nel nostro progetto sono state utilizzate 4 pompe di cui: 2 controllate con PWM e (duty-cycle) diversi –

2 controllate con PWM (modulato). Questo ci ha permesso di avere per 2 pompe due flussi costanti ma di diversa intensità; e per le altre 2 pompe, una variazione del flusso dipendente dalla modulazione che fa variare il (duty-cycle) del PWM. Naturalmente le due modulazioni dovevano essere diverse in modo che ogniuna delle due pompe modulate potesse avere una variazione del flusso indipendente e diversa dall'altra. In un secondo tempo la modulazione si poteva pensare comandata da un micro attraverso un segnale esterno, es. musicale.

Una volta deciso il numero di pompe e di ugelli da utilizzare si è pensato alla realizzazione dei piani di appoggio dei circuiti e il contenitore per la fontana.

Poi è stato il momento di come regolare l'uscita delle schede PWM. Per questo si è deciso di installare la chiusura e l'apertura dei circuiti di comando pompe non solo attraverso il PLC ma anche manualmente, in modo da fare il controllo del funzionamento dei vari circuiti; e in secondo tempo la regolazione degli stessi (tempi e flusso), in modo da creare giochi d'acqua il più interessante possibile. Sono stati inseriti anche su di una scheda una serie di Led ad alta luminosità di colore diverso che segnalano (con l'accensione) quale pompa sta funzionando.

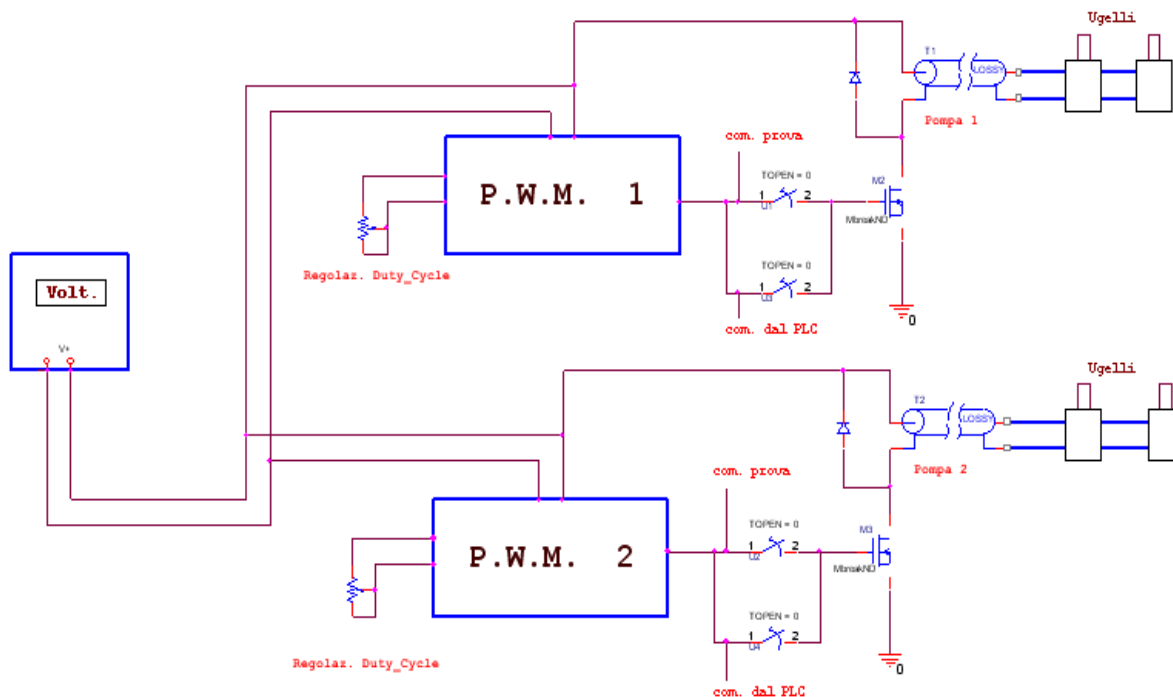


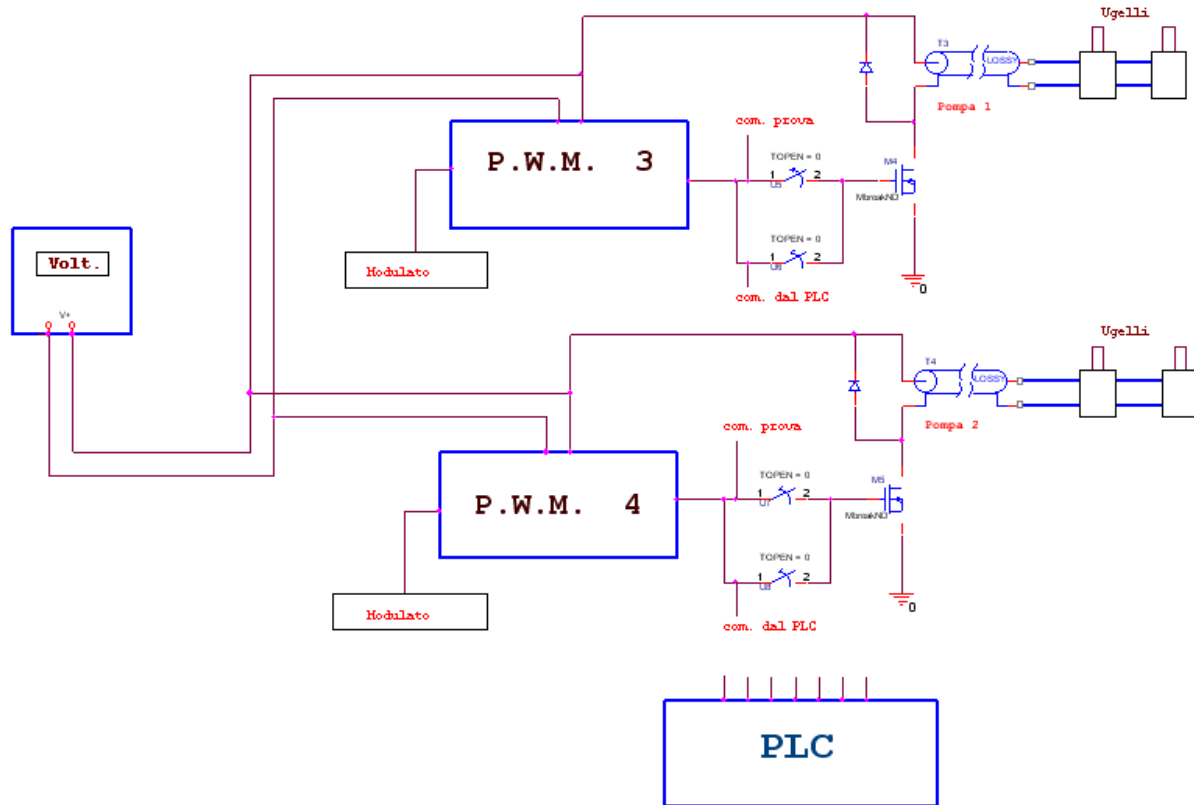
Uno dei veri problemi di questo progetto, era quello di assicurare una divisione fisica tra la parte elettrica/elettronica, e quell'idraulica del serbatoio e delle pompe. Per questo motivo abbiamo scelto di utilizzare due banchi d'appoggio separati (collegati attraverso conduttori isolati), e di ricoprire con il plexiglass la parte superiore delle fontane. Questo per evitare che l'acqua, con un getto abbastanza potente, potesse andare a ricadere durante il funzionamento, sul piano dove sono stati assemblati le varie schede con i circuiti e il PLC.

Lavoro richiesto per il progetto:

- disegno e simulazione dei vari circuiti
- realizzazione e misure per la verifica del corretto funzionamento degli stessi
- realizzazione dei due carrelli (banchi di appoggio) per:
 - 1) Circuiti di controllo, alimentatori, PLC, ecc.
 - 2) Pompe (parte sotto), ugelli (parte superiore)- collegamento idraulico.
- Assemblaggio dei diversi circuiti e collegamento dei due banchi (carrelli)
- Verifica del funzionamento della fontana.

Schema a Blocchi





DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il progetto che possiamo chiamarlo "fontane" è composto di: un programma al PLC oltre che lo stesso, quattro relè monostabili che permettono il collegamento o meno della parte d'alimentazione, due alimentatori (7A), quattro schede PWM, quattro pompe e otto ugelli. Inoltre, sono presenti quattro led esterni collegati in serie ad ogni scheda PWM, che ne segnalano l'accensione, quattro interruttori on/off che accendono queste schede, due trasformatori collegati ai due alimentatori precedenti, quattro ventole (che assicurano un adeguato raffreddamento dei BJT dei circuiti alimentatori. Alimentatore per le ventole, per i Led, per il PLC – Connettori e cavo per il collegamento dei due carrelli. Un serbatoio di plastica, alcuni tubi di gomma con telaiatura in cotone che permettono il passaggio dell'acqua dal serbatoio all'entrata delle pompe, un dispositivo di scarico di plastica, che conduce l'acqua utilizzata dal "locale dei getti" a quello del serbatoio. Per alimentare il tutto è utilizzata la tensione di rete, e per quanto riguarda la modulazione (due schede PWM sono, infatti, regolabili anche tramite generatore)

Di seguito sono elencati sinteticamente i componenti della parte meccanica e di quella elettrica.



La parte meccanica è così costituita,: due banchi di ferro, fascette in metallo per i tubi, plexiglass, viti autofilettanti, angolari in ferro, silicone per assicurare la totale chiusura della parte legata ai getti, raccordi di plastica e metallo per i collegare i tubi, dadi e rondelle varie, tubi di gomma.



CONNESSIONE DEL PLC CON IL PROGETTO "FONTANE"



Relè utilizzati

Per quanto riguarda la parte legata al controllo automatico, comandata dal computer, attraverso il PLC, lo schema è il seguente: premendo il pulsante X_1 inizierà il ciclo che porterà il programma a funzionare come da schema allegato.

In pratica le uscite del PLC Y_0, Y_1, Y_2, Y_3 , sono collegate rispettivamente e singolarmente all'entrata dei morsetti dell'alimentazione A_2 e A_{10} dei relè K_0, K_1, K_2, K_3 (mentre le uscite di

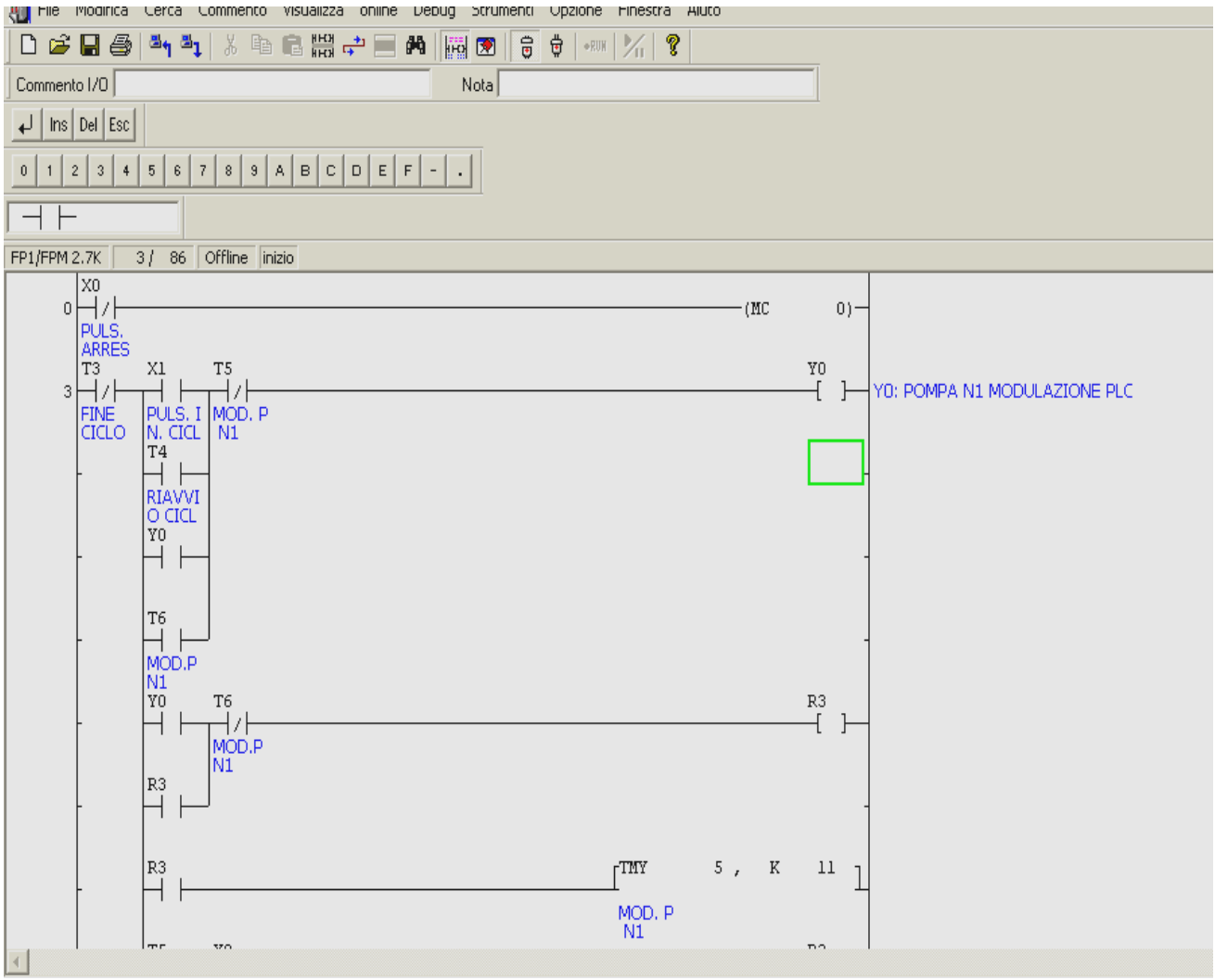
questi sono collegate al neutro). Poi ad un contatto normalmente aperto per ogni relè sono collegati il conduttore positivo degli alimentatori (un alimentatore per due contatti), mentre il negativo va a due schede PWM per alimentatore.

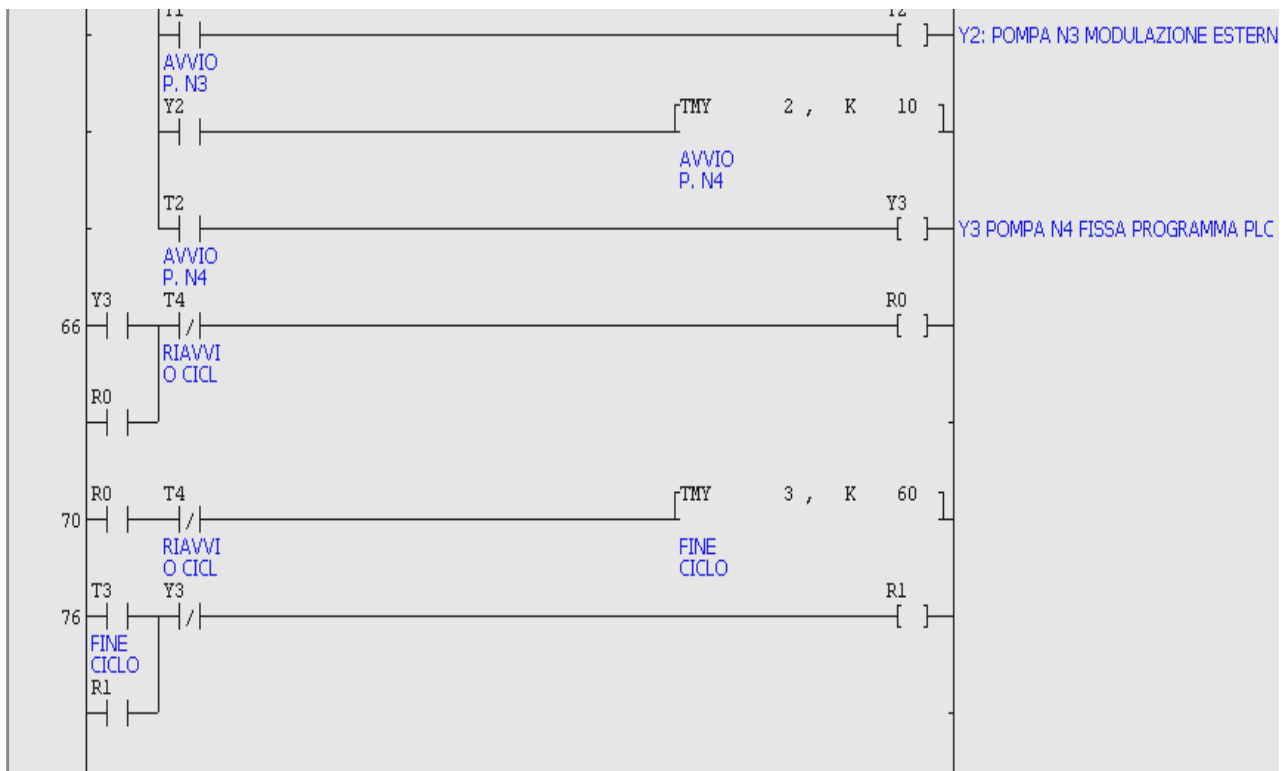
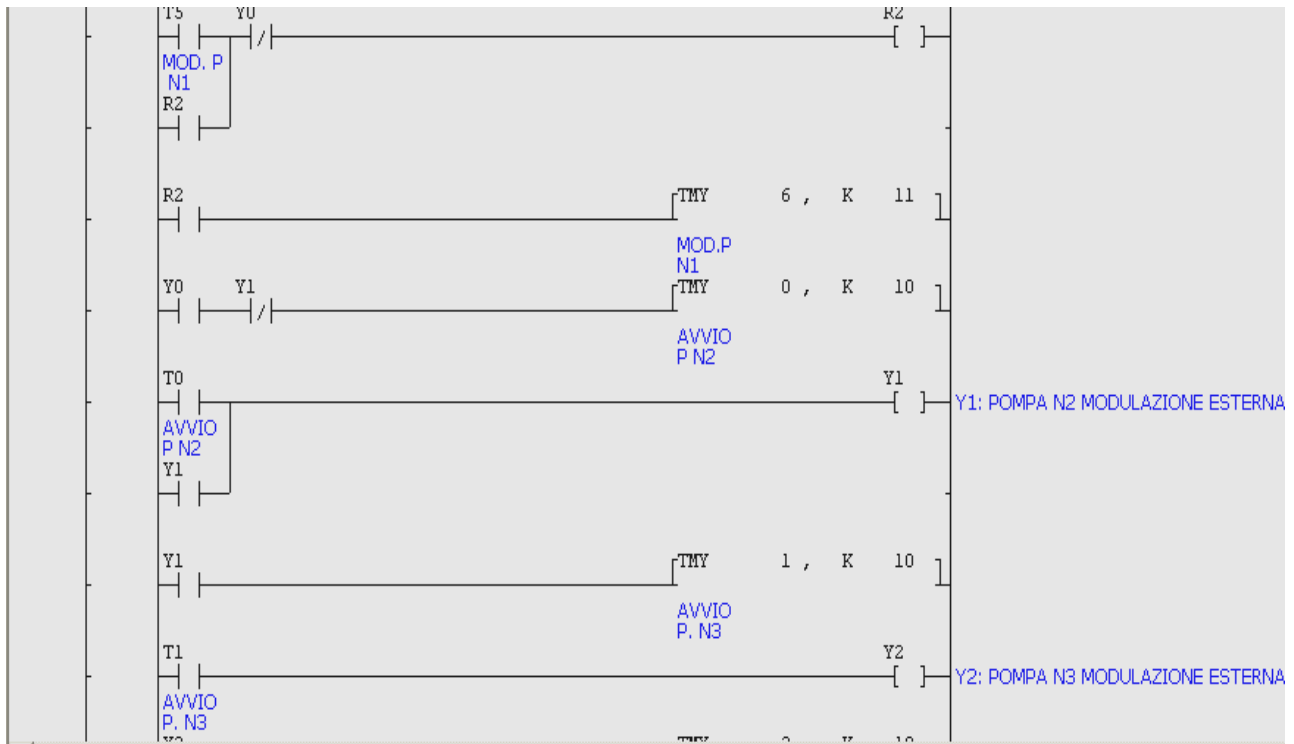
A loro volta le quattro uscite dei contatti normalmente aperti vanno agli altri morsetti delle schede PWM, le quali inoltre vengono collegate in uscita con le pompe.

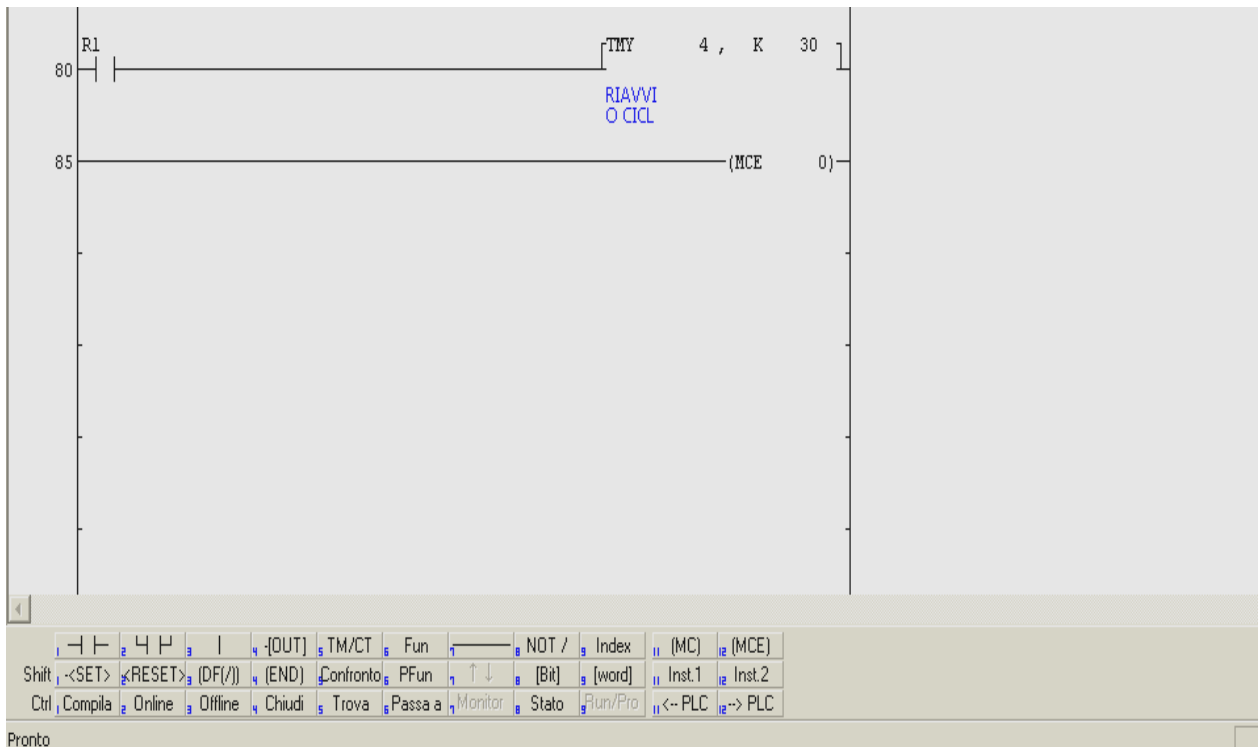
L'alimentazione del PLC sarà collegata al morsetto comune delle uscite.



Programma utilizzato per il controllo del PLC







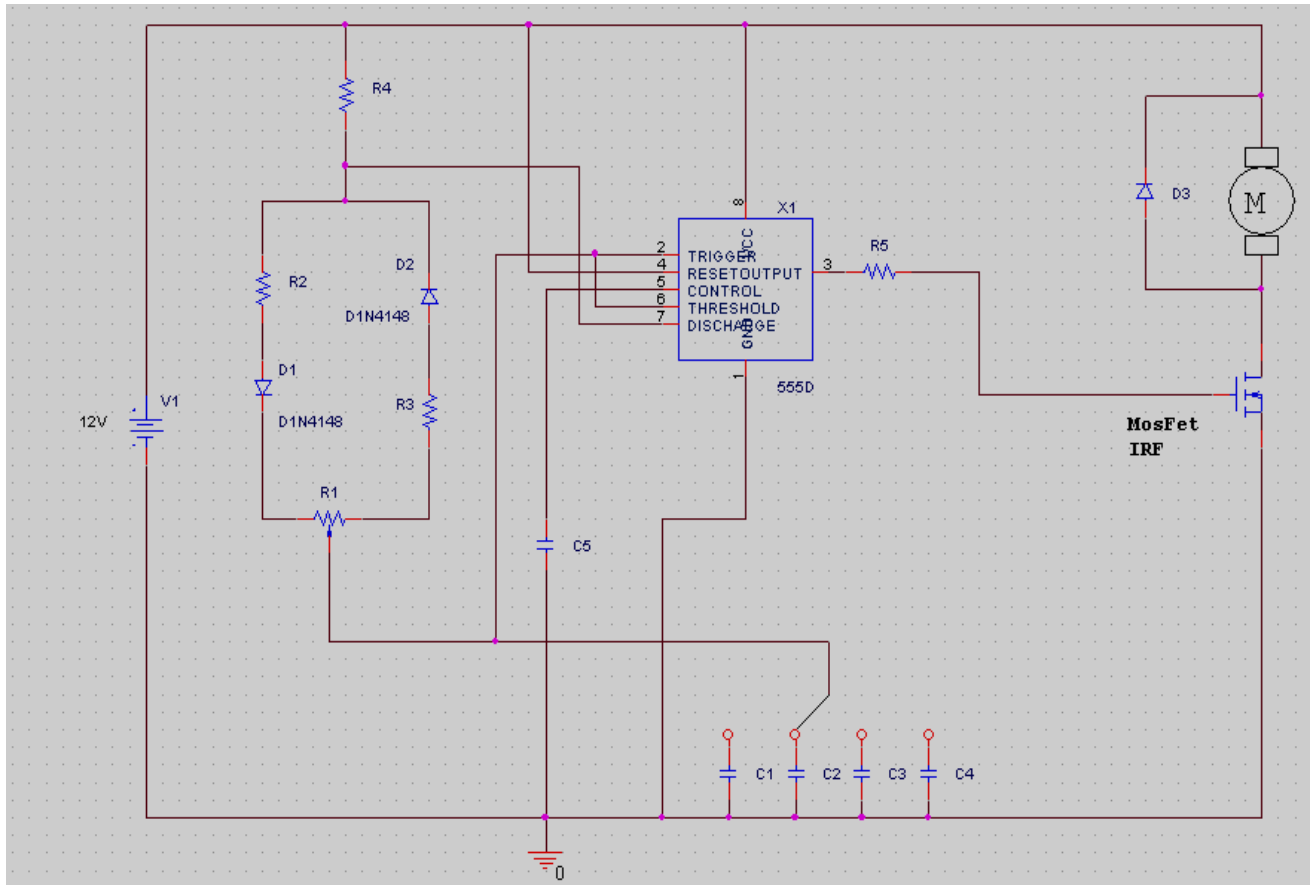
PILOTAGGIO DELLE FONTANE CON PWM:

Il PWM è un circuito elettronico che consente la regolazione della tensione in uscita tramite una modulazione di larghezza di impulso. Un segnale PWM (Pulse Width Modulation ovvero modulazione a variazione della larghezza d'impulso) è un' onda quadra con duty-cycle variabile che permette di controllare l'assorbimento (la potenza assorbita) di un carico elettrico (nel nostro caso il motore DC collegato ad una pompa idraulica). Variando (modulando) il duty-cycle, la regolazione della larghezza avviene attraverso R1, mantenendo la frequenza dell'oscillatore stabile. La frequenza dipende dal valore di alcuni componenti esterni all'integrato 555 e dal condensatore C. Noi abbiamo inserito 4 condensatori di diverso valore (C1, C2, C3, C4) inseribili attraverso un commutatore, in modo da poter scegliere la freq. per cui la pompa ha il migliore funzionamento.

Le pompe da noi utilizzate sono 4. Due (2) regolate con PWM **fisso**, però con valori di Duty-Cycle diversi. Due (2) regolate con PWM **modulato**, con valori di modulazione diversi.



Schema di principio



555 viene utilizzato come multivibratore Astabile

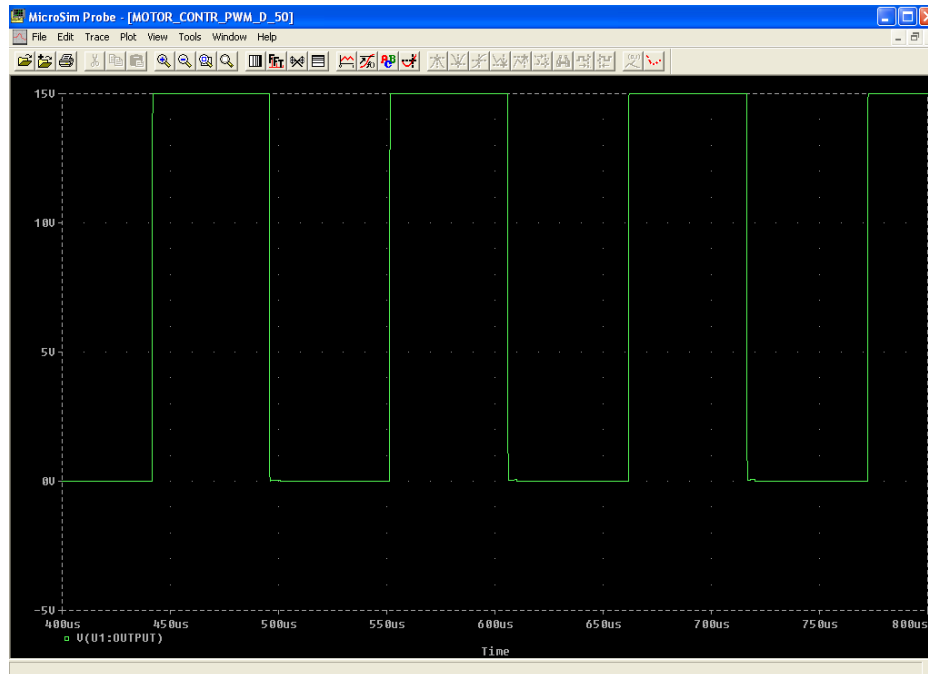
-Es. di utilizzazione delle formule per il calcolo dei componenti:(scelta la freq. e il valore del duty-cycle).

Nel nostro progetto abbiamo utilizzato C1, C2, C3, C4, (100nF; 12nF; 3.3nF; 1nF). in modo da poter avere 4 freq. di commutazione diverse, che nella fase di prova ci hanno permesso di scegliere quella dove le pompe avevano il funzionamento migliore.

D3 è il diodo di ricircolo; collegato in antiparallelo ai capi del motore, per proteggere il MosFet da pericolose sovratensioni dovute alla componente induttiva del motore nella fase di commutazione. Esso dovrà essere del tipo "fast" avendo noi scelto freq. da 5KHz a 20KHz.



Tensione ai capi del motore (di tipo ON-OFF) - La V.media è data dalla $V(\max) * D$ (duty-cycle).



$C5=10nF$

$R1$ (trimmer) - $R1 = R1a + R1b$

Formule:

$T = T1 + T2$ ($T_{on} + T_{off}$)

$T1$ = periodo di conduzione

$T2$ = periodo di interdizione

Se consideriamo $R4$ trascurabile

$T1 = 0,693 (R2 + R1a) C2$

$T2 = 0,693 (R3 + R1b) C2$

Freq. (f) = $1 / T1 + T2 = 1 / 0,693 (R2 + R3 + R1) C$

T (periodo) = $1/f$

Se noi scegliamo la freq. Es: 10 KHz

$C = T / 0,69 (2 R3 + R1)$

Duty-cycle (D) % = $Ton / T * 100$;

$D\% = Ton / Ton + Toff * 100$

$D\% = R2 + R1a / R2 + R3 + R1 * 100$

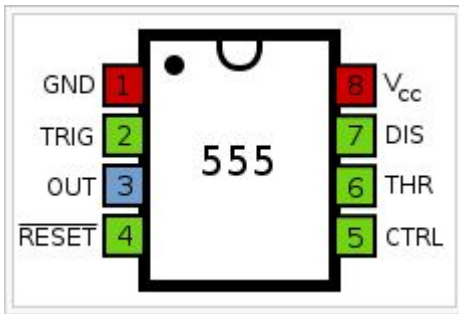
Una volta scelto il valore di $R1$, dalla formula sopra si può ricavare il valore del $D\%$ (minimo) dando il valore $R1a = 0$

$D\%$ (massimo) dando il valore a $R1a = R1$

$Vm = Vmax * D$



1 NE555



Inventato nel 1970 da Hans R. Camenzind, il nome deriva dal fatto che al suo interno ci sono tre resistori collegati in serie ciascuno del valore di $5k\Omega$ che forniscono, tramite il principio del partitore di tensione, i potenziali di riferimento di $1/3$ e $2/3$ della tensione di alimentazione ai comparatori interni al dispositivo connesso ai nodi di due resistori.

Nr.	Name	Purpose
1	GND	Ground, low level (0 V)
2	TRIG	A short pulse high-to-low on the trigger starts the timer
3	OUT	During a timing interval, the output stays at $+V_{CC}$
4	$\overline{\text{RESET}}$	A timing interval can be interrupted by applying a reset pulse to low (0 V)
5	CTRL	Control voltage allows access to the internal voltage divider ($2/3 V_{CC}$)
6	THR	The threshold at which the interval ends (it ends if the voltage at THR is at least $2/3 V_{CC}$)
7	DIS	Connected to a capacitor whose discharge time will influence the timing interval
8	$V+$, V_{CC}	The positive supply voltage which must be between 3 and 15 V

Principio di funzionamento:

Quando si alimenta il circuito e la tensione al pin 2 del 555 raggiunge $1/3$ della V di alim. l'uscita è alta; il condensatore C_2 scelto (tra C_1 , C_2 , C_3 , C_4) si carica attraverso il lato sinistro composto da R_2 , D_1 e $R1a$. Quando la tensione su C_2 raggiunge $2/3$ della tensione di ingresso, la soglia (pin 6) è attivata, che a sua volta porta l'uscita (pin 3) bassa.

Quando l'uscita (pin 3) va basso, il condensatore C inizia a scaricarsi attraverso il lato destro del trimmer ($R1b$), R_3 , D_2 e il pin 7 verso massa. Quando la tensione su C_2 scende sotto $1/3$ della tensione di ingresso, l'uscita (pin 3) torna alta; e il ciclo si ripete.

Da qui si può dedurre che, variando la posizione del cursore del trimmer R_1 si può variare il duty-cycle da cui il valore medio della V applicata ai capi del motore e quindi la velocità del motore (pompa idraulica).

Il pin 5 non è usato per un ingresso di tensione esterno, per cui è by-passato a massa con un condensatore di $10nF$.

Data Sheet – componenti utilizzati:



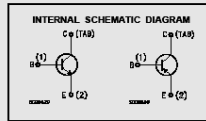
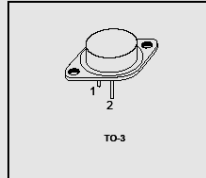
2N3055
MJ2955

COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES
- COMPLEMENTARY NPN-PNP DEVICES

DESCRIPTION

The 2N3055 is a silicon Epitaxial-Base Planar NPN transistor mounted in Jedec TO-3 metal case.
It is intended for power switching circuits, series and shunt regulators, output stages and high fidelity amplifiers.
The complementary PNP type is MJ2955.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value		Unit
		NPN	MJ2955	
V_{CB0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	100		V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_E \leq 100\mu A$)	70		V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_E = 0$)	60		V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	7		V
I_C	Collector Current	15		A
I_E	Emitter Current	7		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ C$	115		W
T_{stg}	Storage Temperature	-85 to 200		$^\circ C$
T_j	Max. Operating Junction Temperature	200		$^\circ C$

For PNP types voltage and current values are negative.

August 1999

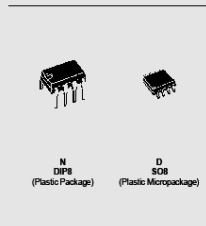
14



NE555
SA555 - SE555

GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

- LOW TURN OFF TIME
- MAXIMUM OPERATING FREQUENCY GREATER THAN 500kHz
- TIMING FROM MICROSECONDS TO HOURS
- OPERATES IN BOTH ASTABLE AND MONOSTABLE MODES
- HIGH OUTPUT CURRENT CAN SOURCE OR SINK 200mA
- ADJUSTABLE DUTY CYCLE
- TTL COMPATIBLE
- TEMPERATURE STABILITY OF 0.005% PER $^\circ C$



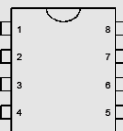
DESCRIPTION

The NE555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA. The NE555 is available in plastic and ceramic midsize package and in a 8-lead micropackage and in metal can package version.

ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package	
		N	D
NE555	0 $^\circ C$, 70 $^\circ C$	•	•
SA555	-40 $^\circ C$, 105 $^\circ C$	•	•
SE555	-50 $^\circ C$, 125 $^\circ C$	•	•

PIN CONNECTIONS (top view)



- 1 - GND
- 2 - Trigger
- 3 - Output
- 4 - Reset
- 5 - Control voltage
- 6 - Threshold
- 7 - Discharge
- 8 - Vcc

July 1998

1/10



LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

The LM78XX series of three-terminal positive regulators are available in the TO-220/TO-229 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shutdown and safe-area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

FEATURES

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor SOA Protection

ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage (V)	Package	Operating Temperature
KA7805CT	±0.4%	TO-220	0 to +125°C
KA7805DT	±2%		-40 to +125°C
KA7808	±0.4%	D-PAK	0 to +125°C
KA7808CT	±2%		-40 to +125°C

BLOCK DIAGRAM

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR Rev. B

UTCLM79XX LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

3 TERMINAL 1A NEGATIVE VOLTAGE REGULATOR

DESCRIPTION

The UTC LM79XX series of three-terminal negative regulators are available in TO-220 package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shutdown and safe-area protection, making it essentially indestructible.

FEATURES

- Output current up to 1A
- Output Voltages of -5, -6, -8, -9, -10, -11, -12, -15, -18, -24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection

BLOCK DIAGRAM

UTC UNISONIC TECHNOLOGIES CO., LTD. 1

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR **IRF540, RF1S540SM**

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGNS POSSIBLE SUBSTITUTE PRODUCT IRFP150N January 2002

28A, 100V, 0.077 Ohm, N-Channel Power MOSFETs

These are N-Channel enhancement mode silicon gate power field effect transistors. They are advanced power MOSFETs designed, tested, and guaranteed to withstand a specified level of energy in the breakdown avalanche mode of operation. All of these power MOSFETs are designed for applications such as switching regulators, switching converters, motor drivers, relay drivers, and drivers for high power bipolar switching transistors requiring high speed and low gate drive power. These types can be operated directly from integrated circuits.

Formerly developmental type TA17421.

Ordering Information

PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
IRF540	TO-220AB	IRF540
RF1S540SM	TO-263AB	RF1S540SM

NOTE: When ordering, use the entire part number. Add the suffix BA to obtain the TO-263AB variant in the tape and reel, i.e., RF1S540SMBBA.

Packaging

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR **IRFP150**

NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGNS POSSIBLE SUBSTITUTE PRODUCT IRFP150N January 2002

40A, 100V, 0.055 Ohm, N-Channel Power MOSFET

This N-Channel enhancement mode silicon gate power field effect transistor is an advanced power MOSFET designed, tested, and guaranteed to withstand a specified level of energy in the breakdown avalanche mode of operation. All of these power MOSFETs are designed for applications such as switching regulators, switching converters, motor drivers, relay drivers, and drivers for high power bipolar switching transistors requiring high speed and low gate drive power. These types can be operated directly from integrated circuits.

Formerly developmental type TA17431.

Ordering Information

PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
IRFP150	TO-247	IRFP150

NOTE: When ordering, include the entire part number.

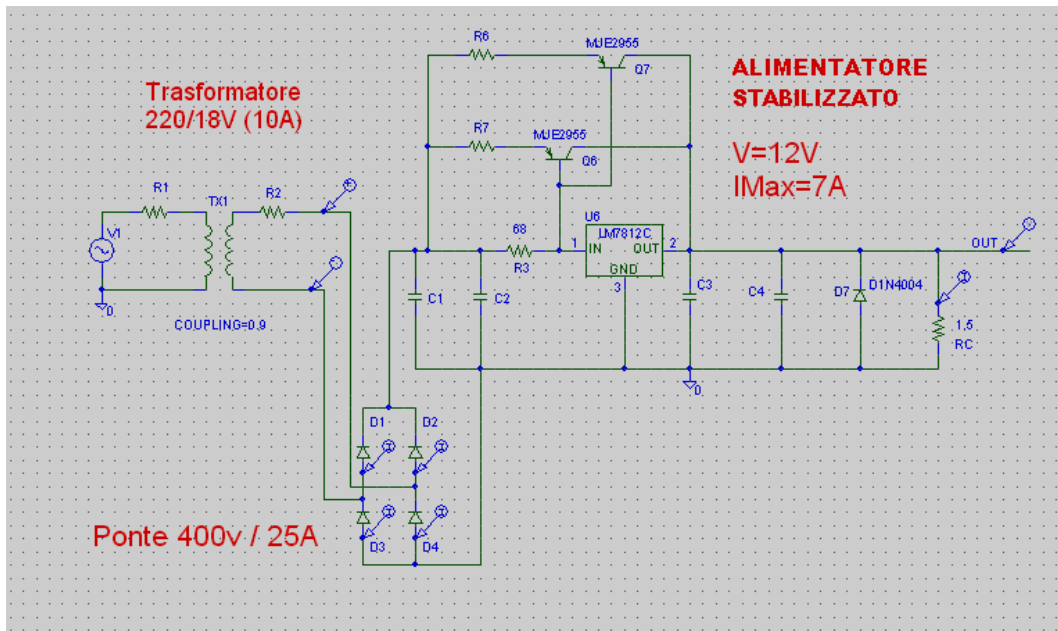
Packaging



Circuiti realizzati:

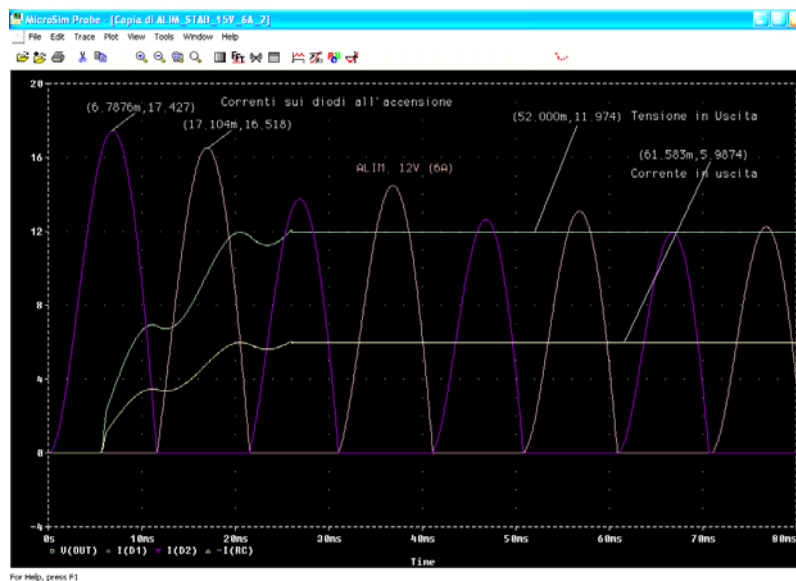
Alimentatore Stabilizzato per Pompe Acquario - (12V/7A)

-programma utilizzato per la simulazione (Orcad/P_Spice)



Risultato della simulazione 1

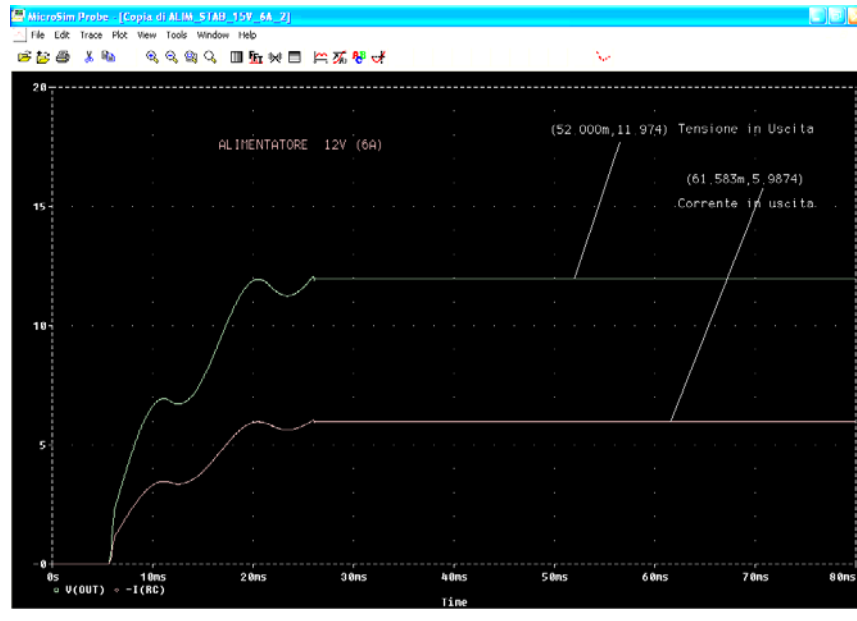
- Correnti sui diodi
- Tensione in uscita
- Corrente in uscita





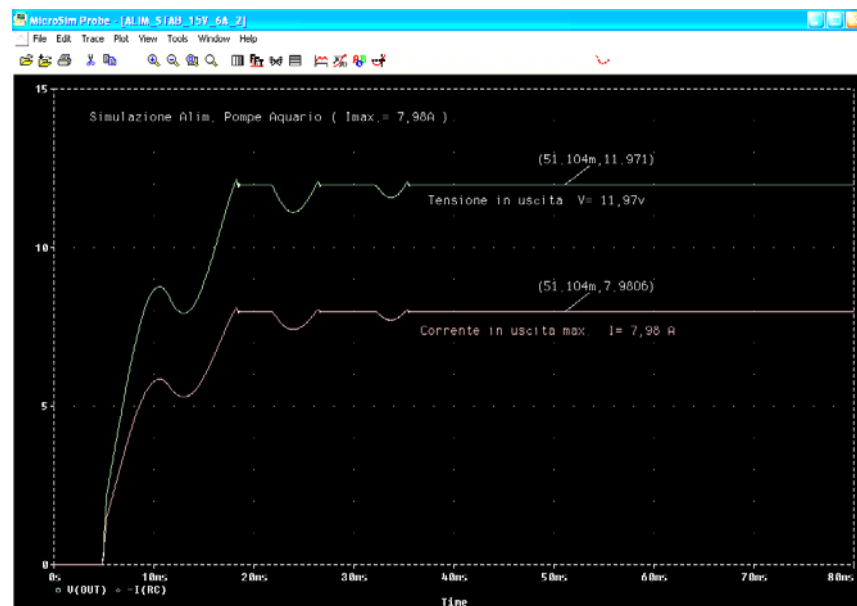
Risultato della simulazione 2

- Tensione in uscita (11.97V)
- Corrente in uscita (5.98A)
-



Risultato della simulazione 3

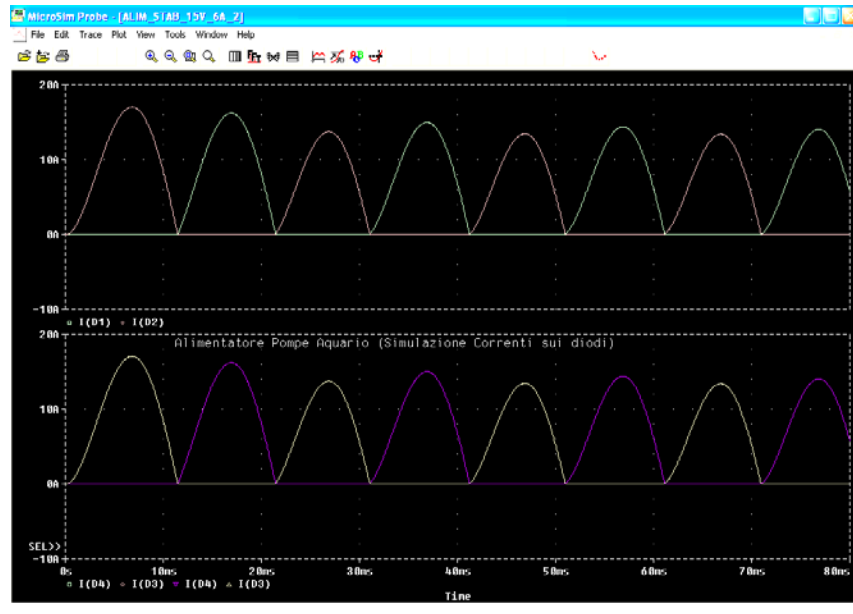
- Tensione in uscita (11.97V)
- Corrente massima in uscita (7.98A)



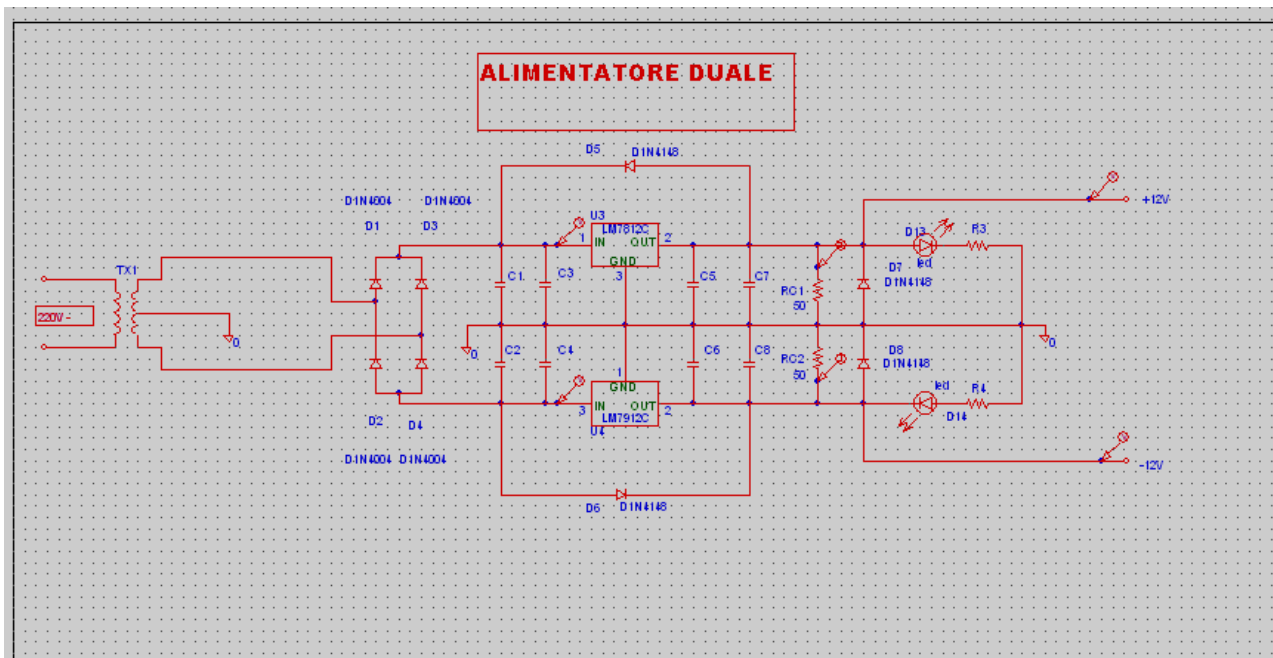


Risultato della simulazione 4

- Correnti massime sui diodi raddrizzatori



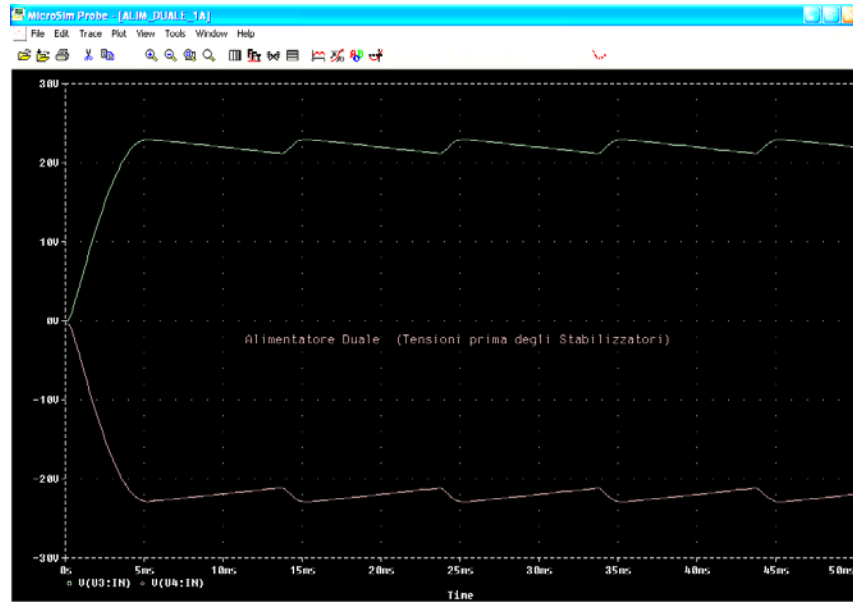
Alimentatore Duale (per Ventole raffre. BJT alimentatore 7A)



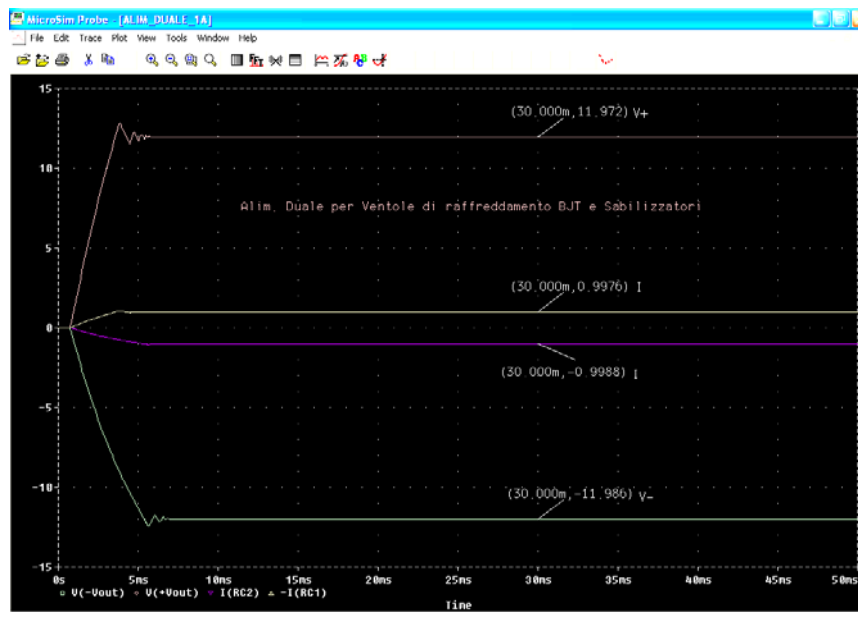


Risultato delle simulazioni

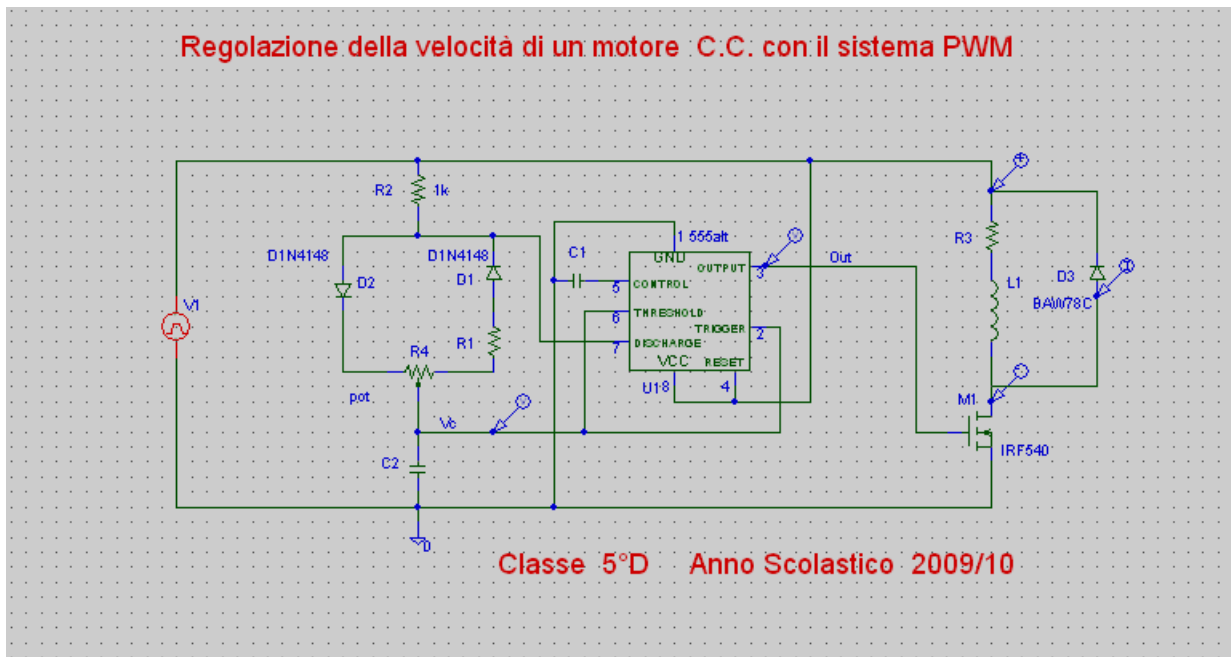
-Tensioni prima degli stabilizzatori



-Tensioni e Correnti in uscita



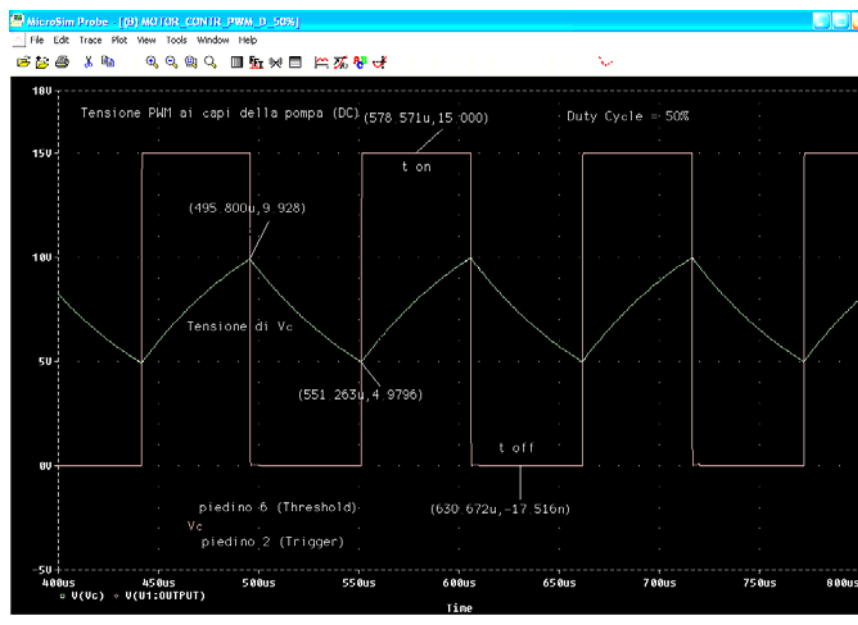
REGOLAZIONE DELLA VELOCITA'
(n° giri) Pompe Acquario PWM con Duty-Cycle fisso

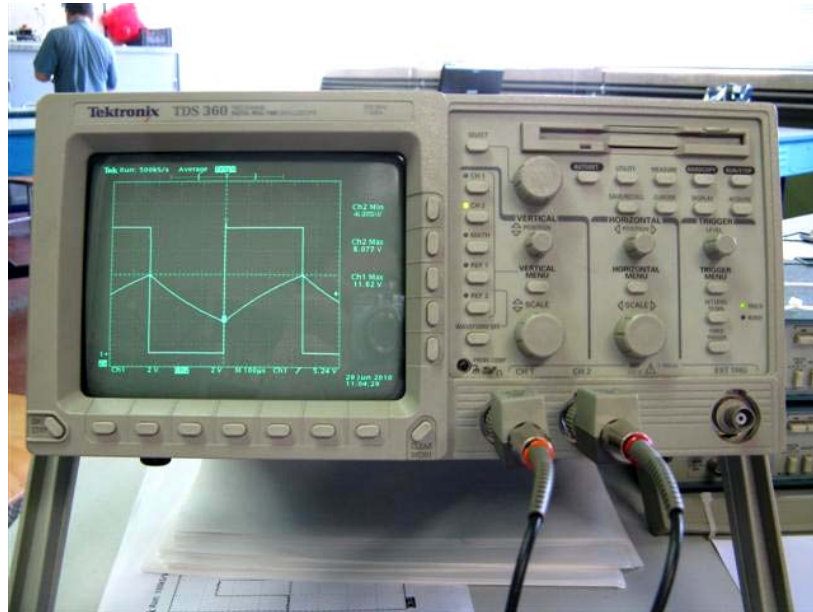


R3 e L1 nella simulazione (costituiscono il circuito eq. del motore)

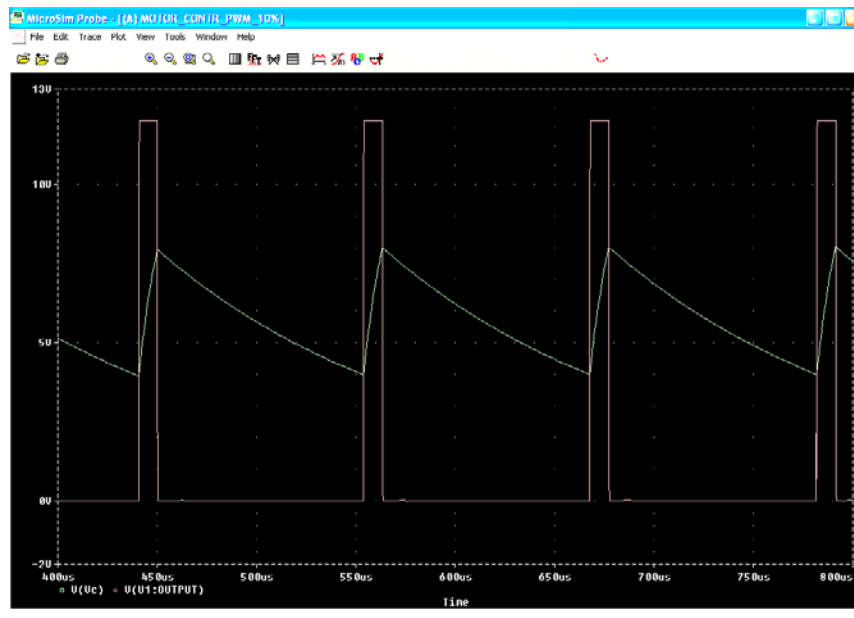
- Risultato delle simulazioni
- Risultato delle misure in Laboratorio.
- Tensione sulle Pompe DC
- Tensione su C2 (Thresh del 555)

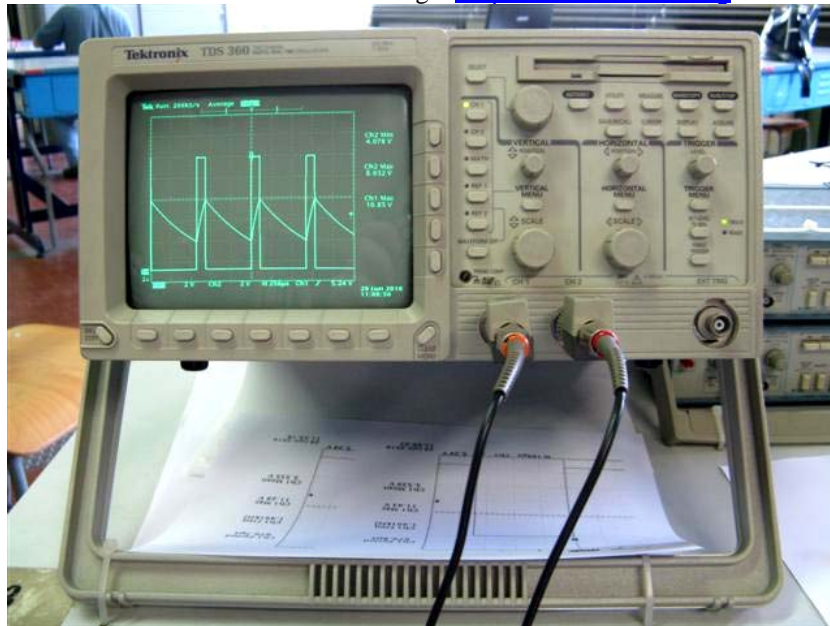
Duty-Cycle 50%



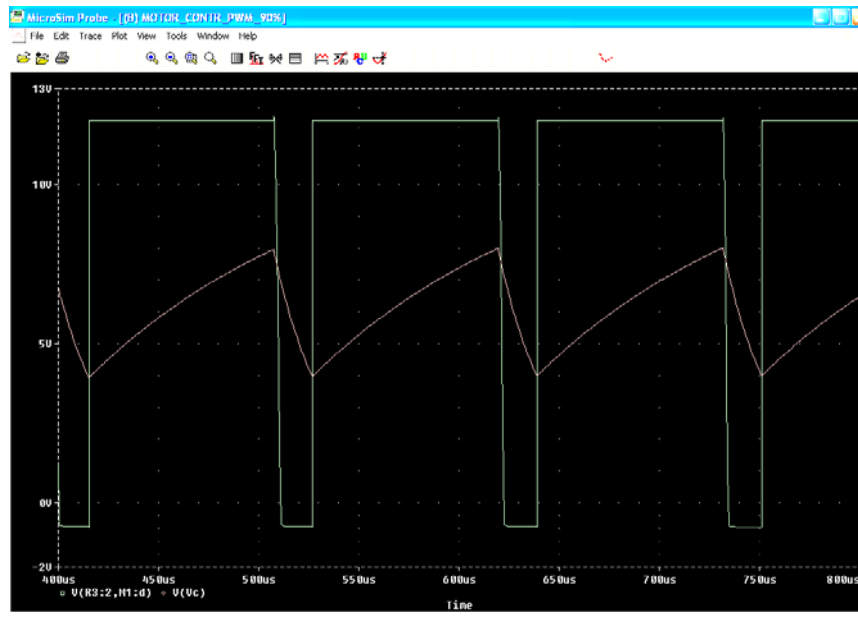


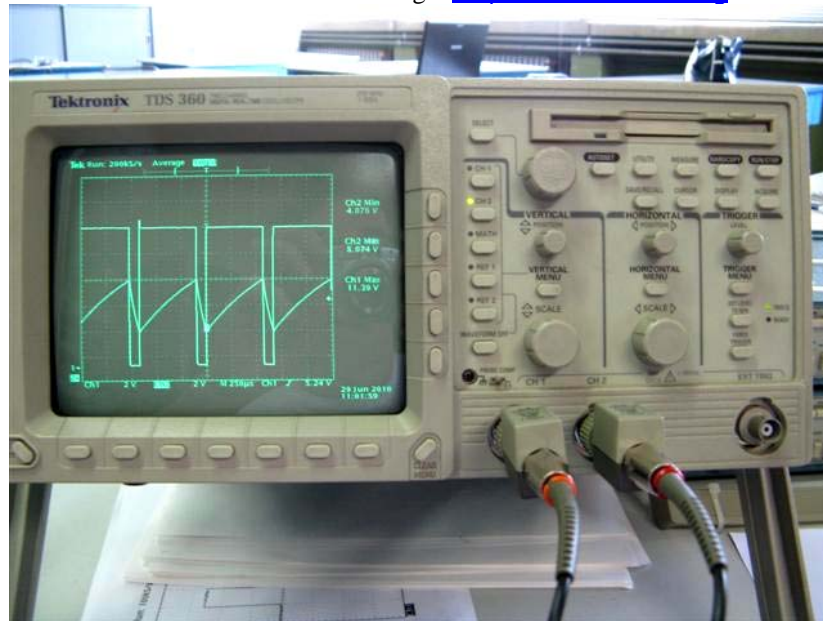
Duty-Cycle = 10%



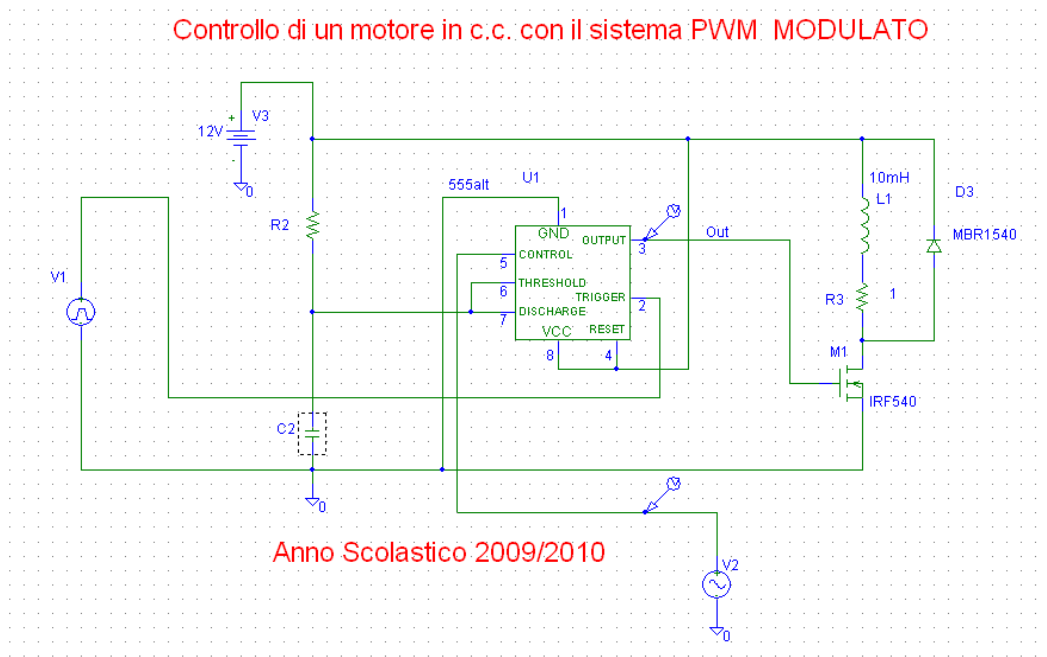


Duty-Cycle = 90%





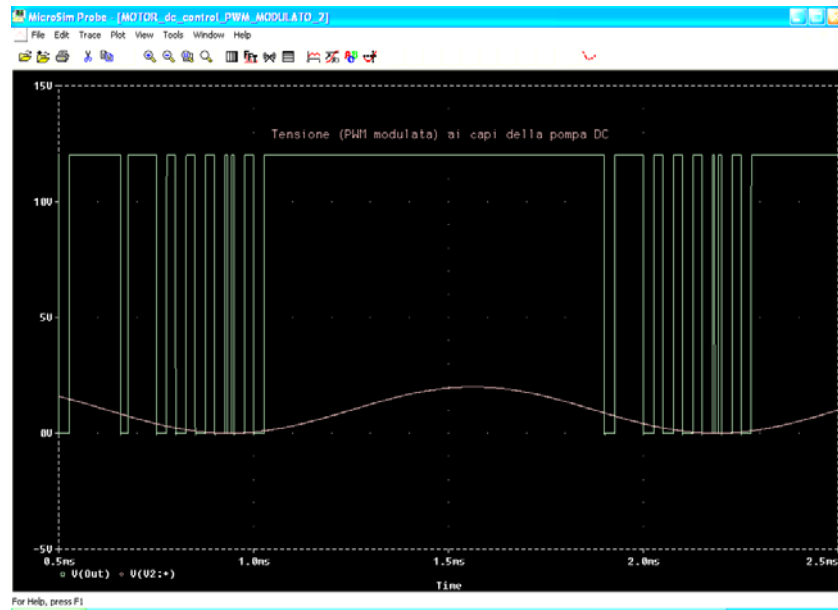
PWM Modulato (per variare la velocità delle 2 Pompe con la velocità variata dalla modulazione).



Tensione sulle n°2 pompe

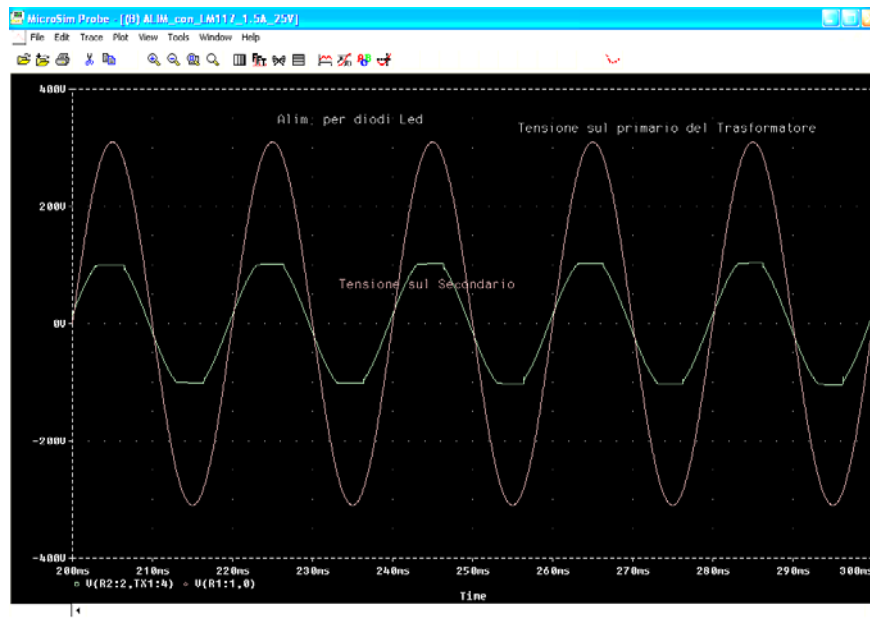


PWM Modulato (Simulazione)

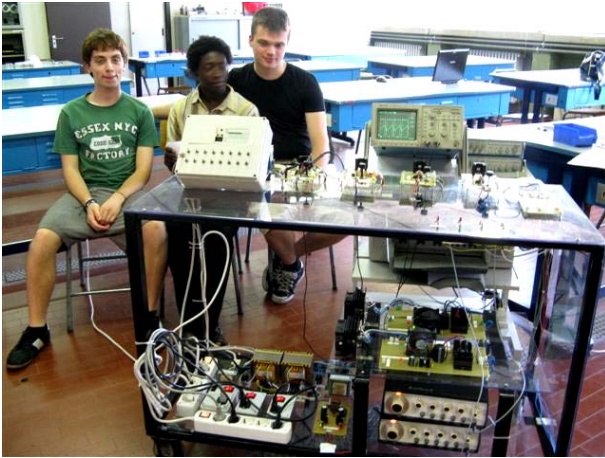


Alimentazione PLC

Tensione sul Primario e sul Secondario del Trasformatore per il PLC



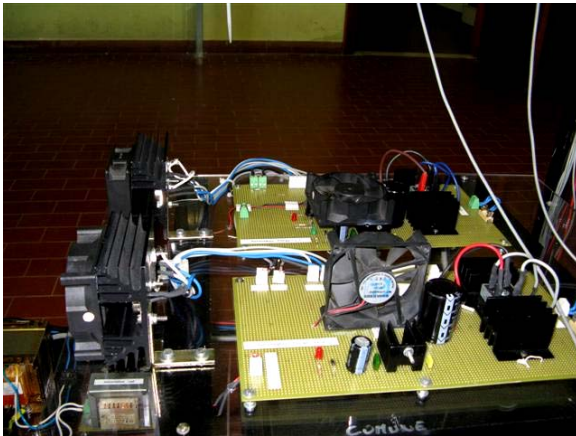
PHOTO



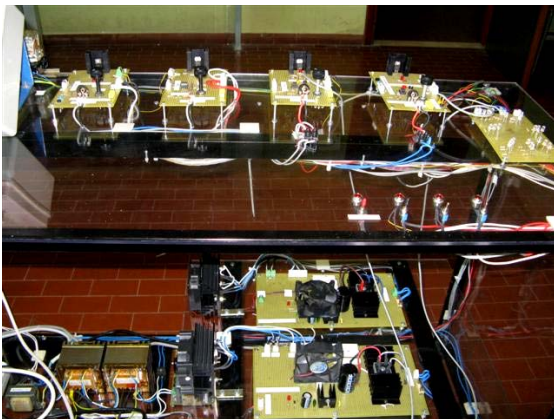
Alunni



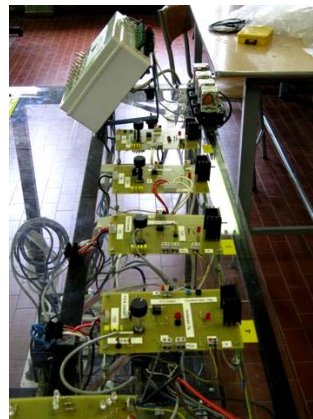
alimentatori pompe



Trasformatori di alimentazione



Controlli PWM





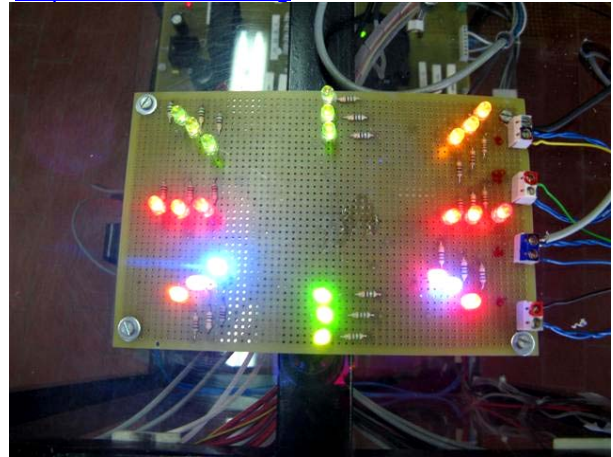
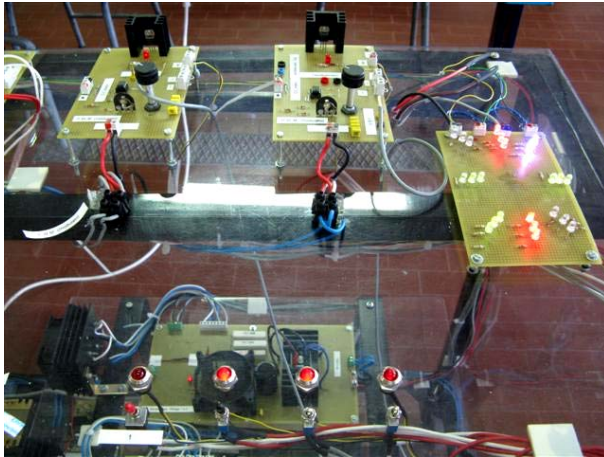
ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE STATALE "L. NOBILI"

Via Makallè, 10 - 42100 REGGIO EMILIA

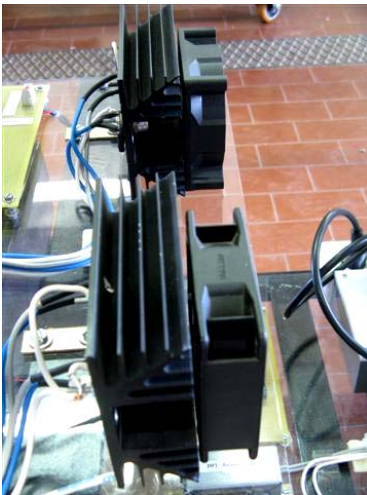
C.F. 80012550358

tel. 0522 921433 - FAX 0522 517268

e-mail: info@itisnobili.org - <http://www.itisnobili.org>



Led indicazione Funzionamento pompe



BJT



Pompe



Relays

Responsabile S.P.P.
prof. Giuseppe Mattina

Il Dirigente Scolastico
prof. Valerio Messori