

# Il Superneurone

( Domenico Mancini [d.mancini@tiscali.it](mailto:d.mancini@tiscali.it) )

## Indice

Snu: una variante ampliata del classico neurone Beam.....	3
1.Lo schema di base Superneurone Nv:.....	4
2.Scarica rapida del condensatore:.....	5
3.Ingresso inibitorio (inhibit_input):.....	6
4.Ingresso di attivazione rapida (fast_input):.....	7
5.Relazione tra ingressi e uscita ( F. d. O. ):.....	8
5.Superneurone Nu:.....	10
6.Appendice:.....	12
7.Appendice dell'appendice, ovvero L'origine di tutto:.....	13
7.1 Schemi elettrici originali dei minisumo beam:.....	14
8. Copyright under GNU Free Documentations License .....	16

## Prefazione

Lo so, io sono un pazzo (come tutti quelli che usano i pochi giorni di vacanza a disposizione per non divertirsi) ma non posso fare a meno di farlo.

Purtroppo non posso permettermi di andare tutti gli anni sulle spiagge della Sardegna per godere del mare e della sua gente e nemmeno godere dell'aria frizzantina delle mattinate dolomitiche perchè... Perchè?

Forse per la solita mancanza cronica di soldini e forse anche per una presenza cronica di pigrizia.

Allora me ne vado nella mia? casetta posta in una verde vallata (quest'anno nera, maledetti piromani) della Campania e cerco di riposarmi.

Ci provo, ci riprovo, ma non ci riesco. Il cervello che per tutto l'anno è in una apatia cronica da stress cittadino si risveglia. E allora cominciano ad uscire progetti, progettini, ideuzze e tutti quei pensieri che mi sarebbero più utili al lavoro che non in vacanza. Che ci posso fare? Il silenzio, il verde, il cinguettare degli uccelli, i rumori lontani della campagna stimolano la mia corteccia cerebrale ed i miei neuroni entrano in fibrillazione, si agitano, sembra che stiano in una discoteca a ritmo di discomusic (scusate un neurone mi ha chiesto un drink) e allora non posso fare a meno di scrivere, disegnare, saldare e collaudare.

Ecco quindi la mia nuova crisi da vacanze in campagna (ovvero: Come reinventare l'acqua calda).

Non voletemene.

Domenico

P.S. Come al solito ho dato un nome molto pomposo all' "affarino".

# Il Superneurone

## Snu: una variante ampliata del classico neurone Beam

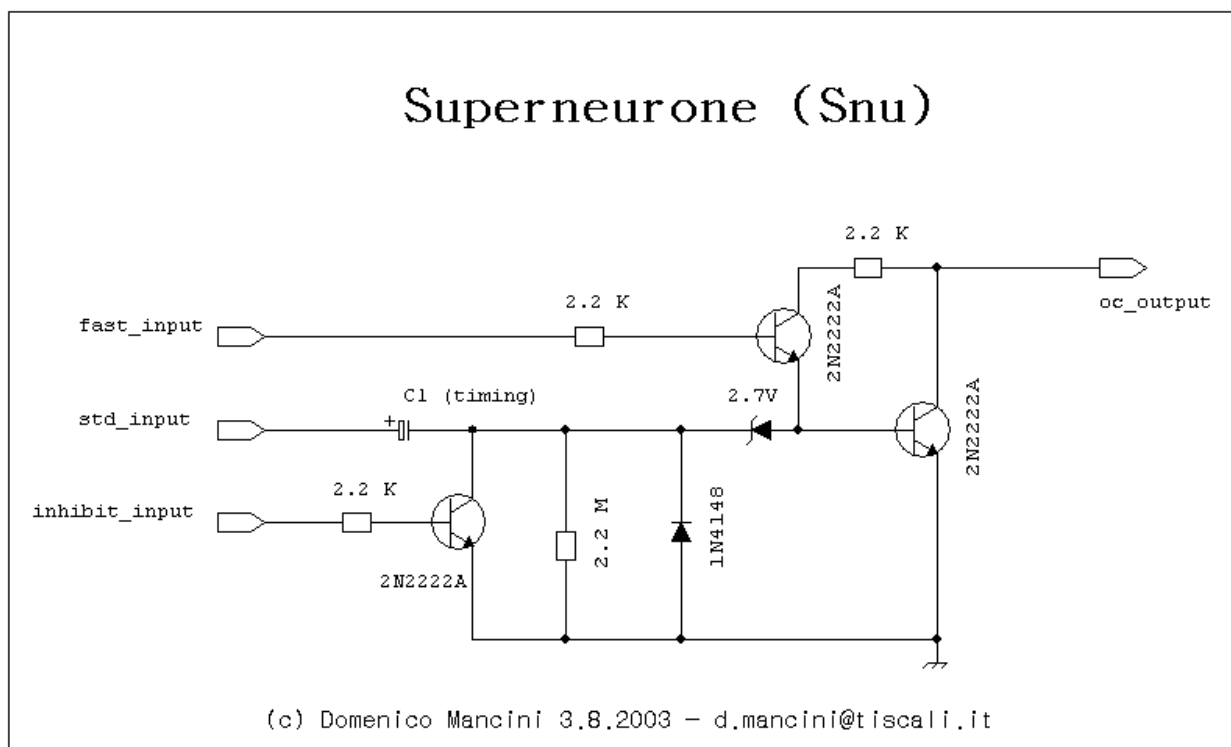
La filosofia BEAM simula in modo semplice ma efficace alcuni comportamenti della vita animale ed in particolare l'arco riflesso e la propagazione spinale dei segnali nervosi tramite semplici funzioni dette "neuroni". La simulazione è molto efficace in particolar modo quando a questo scopo vengono costruiti i "walker", insettini muniti di quattro o più zampe che simulano l'andamento deambulante degli insetti. Un esempio di questo può a pieno titolo il Walkman(c) ideato e costruito da M.W.Tilden.

I neuroni da lui descritti sono di due tipi: Nu (Neuron Network) e Nv (Nervous Network) che non sto qui a descrivere in quanto di rimanda alla pagina web a loro dedicata e di cui si possono trovare in rete descrizioni più dettagliate.

Tramite questi neuroni, si possono creare delle Chain Network oppure dei Looped Network a seconda che la catena formata da questi elementi posti in serie sia aperta oppure chiusa. Per il secondo caso viene di solito usato il neurone Nv.

Questi neuroni però hanno, senza voler loro fare nessuna critica che non sia costruttiva, una limitazione abbastanza evidente: hanno un solo ingresso eccitatorio. Non è quindi possibile "fermare" il neurone una volta che questi è stato eccitato.

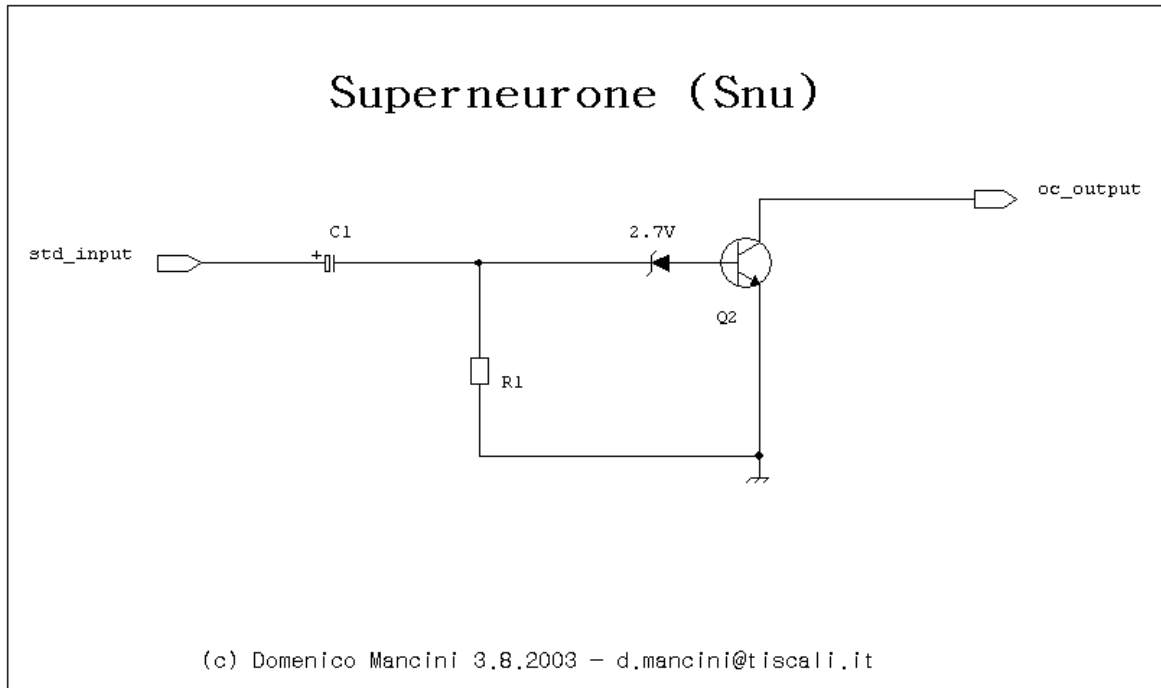
Il neurone classico invece ha anche ingressi inibitori, ed è questo che mi ha spinto a sviluppare questo progetto di cui sotto vedete lo schema elettrico.



## 1.Lo schema di base Superneurone Nv:

Il superneurone o più semplicemente Snu si basa sull'architettura del Nv o "Nervous Network" composta da un circuito RC di tipo passa-alto e di un rigeneratore di segnale che è Q2.

Il circuito RC determina la costante di tempo del neurone ( $\tau = R * C$ ) <sup>(1)</sup>.



Il circuito RC è applicato sulla base di Q2 cosicchè quando alla stessa viene applicato un certo valore di tensione, il transistor andrà in conduzione attivando l'uscita del neurone verso il basso. Questo fenomeno però avviene ad un potenziale molto basso rispetto alla tensione di alimentazione del circuito poichè la base di Q1 si eccita tipicamente a 0.6 Volt. Per ovviare a questo inconveniente è stato applicato in serie alla base di Q1 un diodo zener da 2.7 Volt cosicchè il transistor si attiva alla tensione data da:

$$V_{on} = V_z + V_{be} = 2.7 + 0.6 = 3.3 \text{ Volt} \text{ } ^{(2)}$$

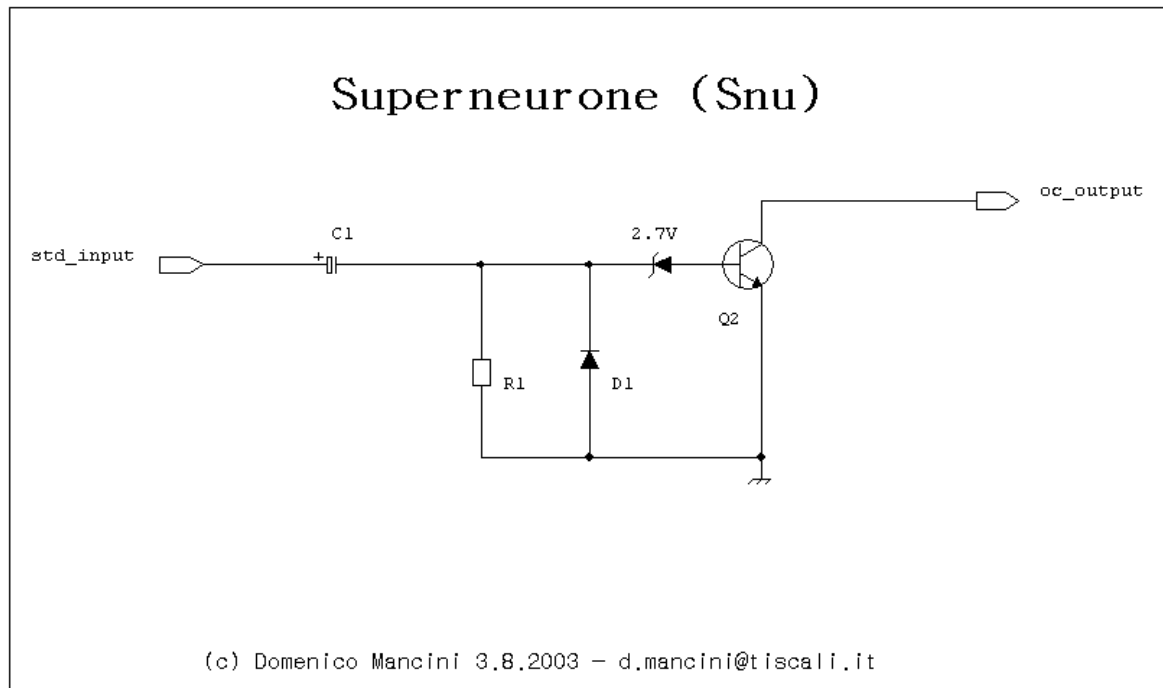
A questo stadio il funzionamento è del tutto simile al Nv formato dalla rete RC in ingresso all'inverter tipo SN74HC240 a parte il fatto che questo ha l'uscita totem pole mentre il Snu ha l'uscita OC (open collector) che lo rende più flessibile nel pilotaggio di carichi di uscita di una certa importanza. E' possibile quindi usare l'uscita in modo tradizionale applicando un resistore di pullup e prelevando il segnale al collettore di Q2. In questo modo l'uscita sarà invertita rispetto al segnale di ingresso e la sua corrente di uscita sarà inversamente proporzionale alla resistenza di pullup applicata.

Con questa tipologia dello stadio di uscita si può pilotare un altro Snu, Nv, Nu o porte logiche.

In alternativa e fino al massimo carico consentito dalle caratteristiche del transistor, si può applicare in serie ad esso un carico di potenza come una lampadina o un relè. Nel caso del relè è bene applicare in parallelo ad esso un diodo soppressore contropolarizzato per evitare rotture alla giunzione ce di Q2 causate dalle extratensioni generate dalla bobina del relè.

## 2. Scarica rapida del condensatore:

Se noi mettessimo in serie o ad anello due o più Snu, l'ingresso applicato al condensatore C andrebbe alternativamente a livello logico 1 e poi a 0 (zero). Questo farebbe sì che il condensatore si caricherebbe e scaricherebbe alternativamente tramite il resistore R passando il suo potenziale da circa  $V_{cc}$  a circa 0 (zero). Questo succederebbe in entrambi i casi sempre con la stessa costante di tempo data da  $RC$ .



Questo va bene se tutti i neuroni hanno la stessa  $RC$ .

Supponiamo di avere in ingresso un neurone che spara con un duty-cycle dell' 80% (80% a livello 1 e 20% a livello 0). Nel tempo in cui il livello in ingresso è zero il condensatore C del neurone che segue non farà in tempo a scaricarsi sulla resistenza R e quindi al prossimo livello uno sarà ancora carico e l'impulso successivo in ingresso verrà ignorato e quindi non si propagherà.

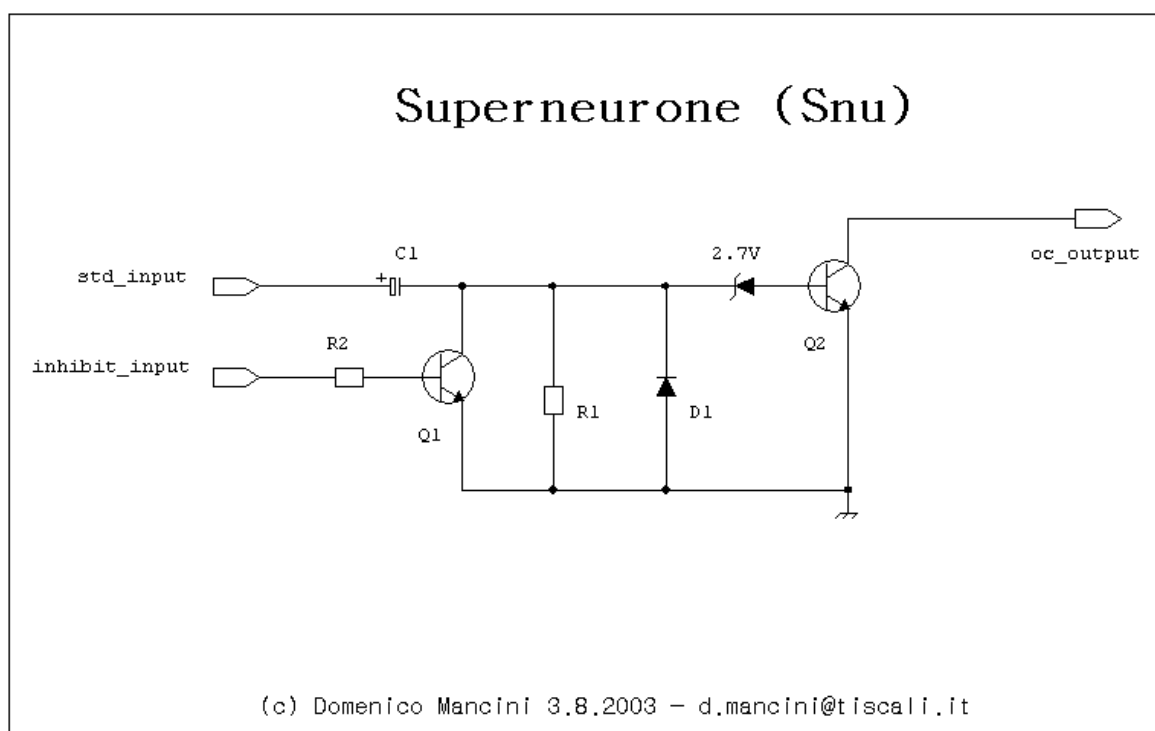
Per ovviare a questo è stato messo il diodo D1 in parallelo alla resistenza R.

Esso durante la carica del condensatore non condurrà in quanto contropolarizzato dal livello logico alto (+ $V_{cc}$ ), ma non appena il livello logico in ingresso sarà basso (gnd) esso andrà in parallelo al condensatore C e in polarizzazione diretta. Questo permetterà al condensatore di scaricarsi velocemente data la bassa resistenza offerta dal diodo polarizzato direttamente e di raggiungere una tensione ai propri capi di circa 0.4 Volt (la tensione di giunzione del diodo) che per i nostri scopi è irrilevante.

### 3.Ingresso inibitorio (inhibit\_input):

Veniamo ora alla funzione inibitoria.

Per aggiungere questa funzione dobbiamo in qualche modo impedire che il segnale applicato all'ingresso eccitatorio (std\_input) venga "ammazzato" così da far tornare lo stesso in stato di riposo. Un modo è quello di cortocircuitare a massa in segnale in ingresso std\_input, ma questo non è possibile in quanto verrebbe danneggiato il neurone eccitante, l'altro è visualizzato nello schema elettrico sotto riportato.



Il circuito è formato dal transistor Q1 e dalla resistenza R2 applicata in base come protezione contro un eccesso di tensione in base che danneggerebbe il transistor.

Il transistor Q1 normalmente è in condizione di non conduzione in quanto all'ingresso inhibit\_input non è applicato nessun segnale e, data la bassa impedenza di ingresso del transistor, è abbastanza insensibile al rumore.

Se applichiamo uno stato logico 1 all'ingresso normale del neurone, questo si ecciterà a causa della corrente che passa attraverso C1 e ci rimarrà fintanto questi non si sarà caricato. Se ad un certo punto della carica noi applichiamo un altro livello logico 1 all'ingresso inibitorio, il transistor Q1 andrà in conduzione e svolgerà due compiti diversi ma che avranno lo stesso fine ultimo.

La base di Q2 verrà posta a livello logico zero e quindi lo stesso passerà in interdizione disattivando l'uscita. Il condensatore di timing C1 verrà repentinamente caricato a Vcc così che quando l'ingresso inibitorio tornerà a livello logico zero il neurone continuerà ad essere inibito anche se arriverà un altro livello logico 1 all'ingresso eccitatorio.

Per far tornare il neurone allo stato di riposo occorrerà mettere a livello logico zero l'ingresso eccitatorio.

## 4. Ingresso di attivazione rapida (fast\_input):

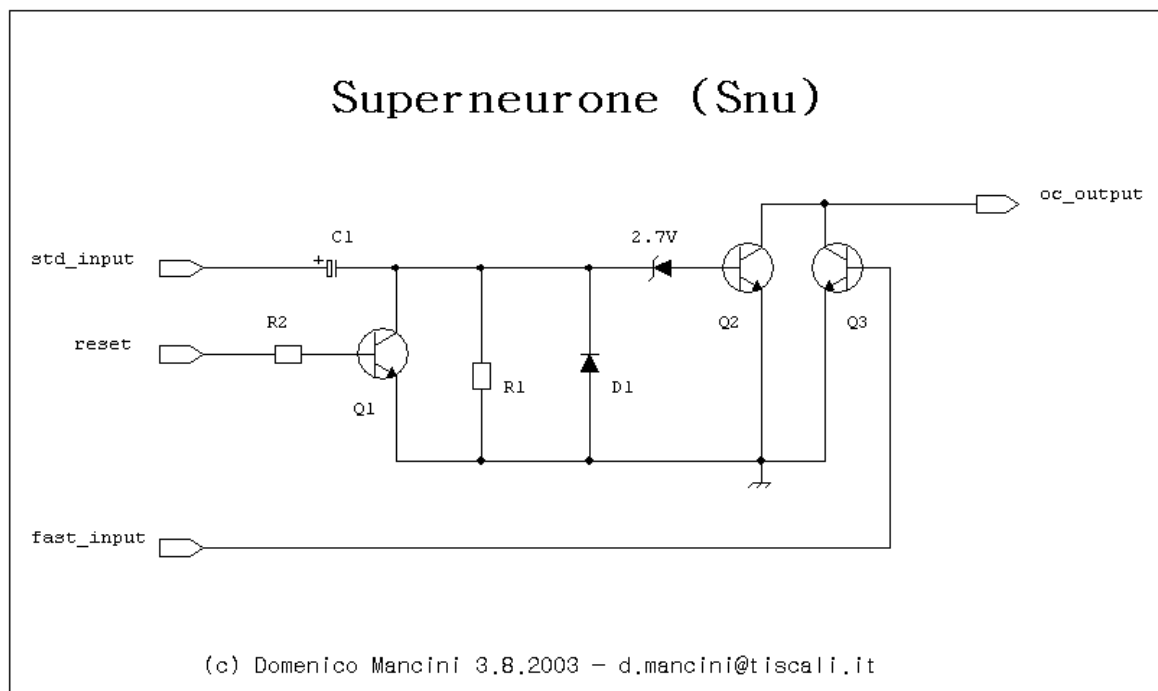
Poichè l'attivazione del neurone è data da un livello logico 1 e quindi dal massimo che si può mandare in ingresso, non possiamo avere una eccitazione proporzionale al segnale in ingresso.

“A che serve ?” ci potremmo domandare.

Supponiamo, per fare un esempio reale, di toccare un oggetto abbastanza caldo. La nostra reazione sarà di ritirare la mano in un tempo relativamente lungo a fronte dello stimolo avuto.

Supponiamo invece di toccare un oggetto caldo al punto di provocare delle bruciature alla nostra mano. La nostra reazione sarà in questo caso di ritirare repentinamente la mano, con una velocità che sarà oggettivamente più rapida della precedente. Questo perchè subentra in noi una qualche forma di autoprotezione dovuta al fatto che lo stimolo ricevuto tramite i nostri sensori termici/tattili supera una certa soglia e che ci avverte che in questo caso l'azione fatta (il toccare l'oggetto che scotta) è pericolosa e dannosa per il nostro corpo.

Questo ovviamente implica il poter elaborare uno stimolo di tipo proporzionale, cosa che noi non possiamo fare.



Per ovviare a questo abbiamo aggiunto un ingresso (fast\_input) che, quando attivato, provoca l'eccitazione immediata e continua del neurone almeno fin quando il segnale è presente all'ingresso.

Il circuito è formato del transistor Q3 ed i resistori R3 e R4.

Questo transistor quando va in conduzione a causa di un livello logico 1 in base, applica la Vcc alla base di Q2 tramite il resistore di limitazione R3. In questo modo il transistor Q2 si eccita portando l'uscita a livello logico zero.

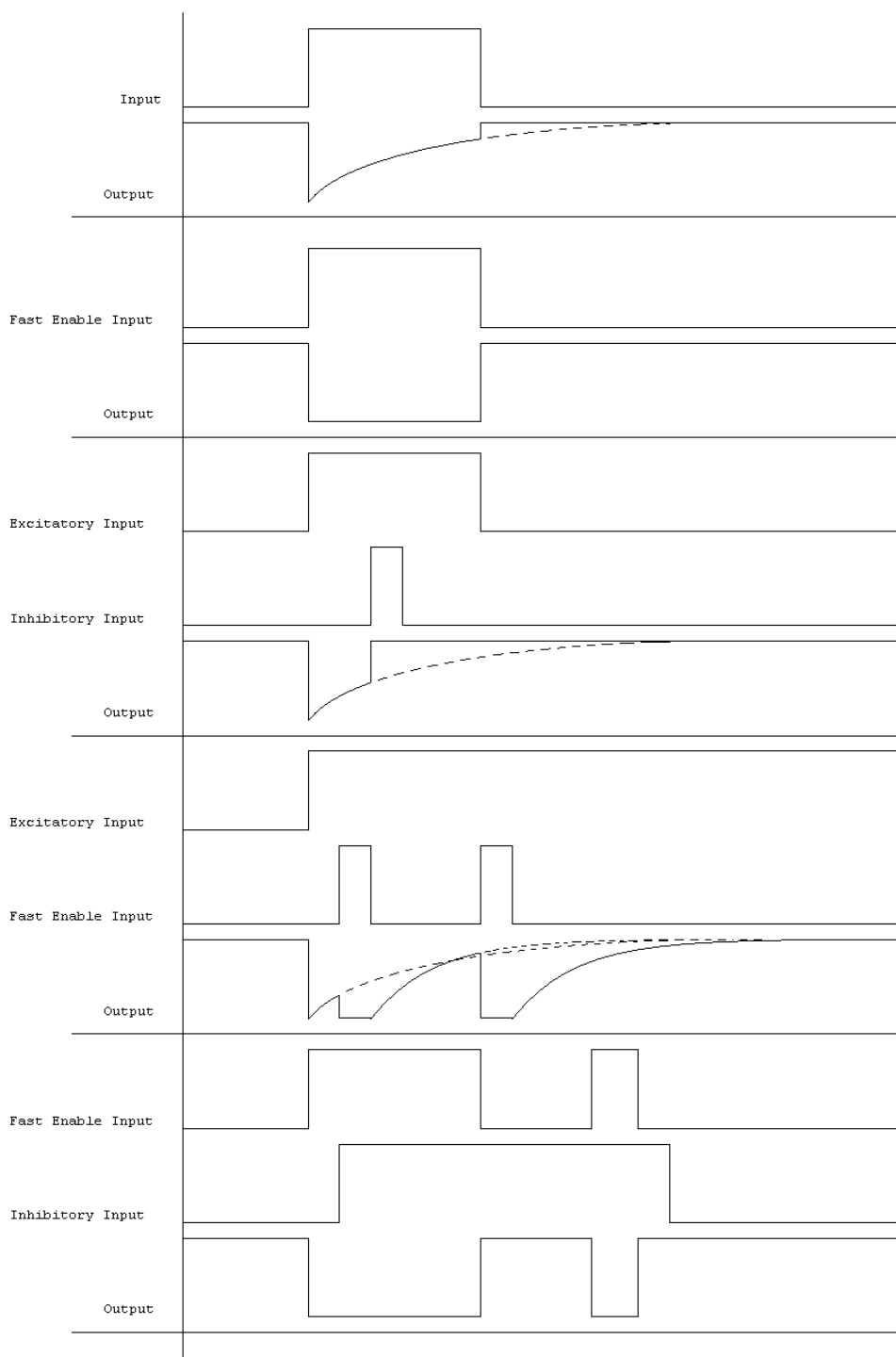
## 5. Relazione tra ingressi e uscita ( F. d. O. ):

Qui di seguito sono riportate le FdO del circuito rilevate ad occhio ;) non disponendo in vacanza di un oscilloscopio.

Il condensatore di timing è stato aumentato a 100uF per poter osservare il fenomeno ad occhio nudo intervenendo manualmente sui segnali in ingresso tramite pulsanti.

Not exposed inputs are in quiet state ( i.e.: low logic state or 0 )

Gli ingressi non evidenziati sono allo stato logico zero.





In uscita al neurone è stato applicato un led rosso in serie ad una resistenza da 560 ohm  $\frac{1}{4}$  W messi in pullup verso il positivo dell'alimentazione. L'alimentazione è stata posta a 4.5 Volt e 12 Volt. In entrambi i casi (ovviamente) le FdO erano pressochè uguali.

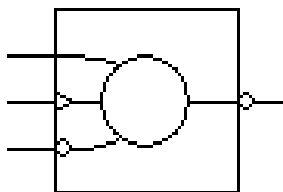
Possiamo notare che l'ingresso inibitorio ha effetto sull'ingresso eccitatorio come descritto nei capitoli precedenti, ma non ha effetto sull'ingresso "Fast Enable" che ha la priorità su tutti gli ingressi.

Notiamo inoltre che l'ingresso "Fast Enable" rinnova il segnale dell'ingresso eccitatorio nel caso questo rimanga fisso a livello logico "1" ed in un certo senso si sostituisce a questo.

Il fenomeno non era voluto in fase di progetto, ma sarà interessante scoprirne gli "effetti collaterali" nella fase di sviluppo dei progetti basati su questo Superneurone.

**Nota:** In questa configurazione gli ingressi sono ad alta impedenza e funzionano anche con il solo tocco di un dito. Se questo fenomeno non è gradito basta mettere tra massa ed ogni ingresso un resistore da 10 Kohm.

Come ultima nota riporto qui sotto il simbolo elettrico e funzionale del superneurone. Esso è rappresentato da un riquadro con all'interno un cerchio rappresentante il neurone con i tre ingressi e l'uscita. Alcuni ingressi hanno (all'interno del riquadro) un simbolo aggiuntivo che sta ad indicare la sua funzione rispetto l'ingresso normale (quello senza simboli aggiuntivi). I simboli interni al riquadro hanno un significato puramente indicativo della funzione interna. Solo i simboli esterni al riquadro indicano una funzione elettrica reale.

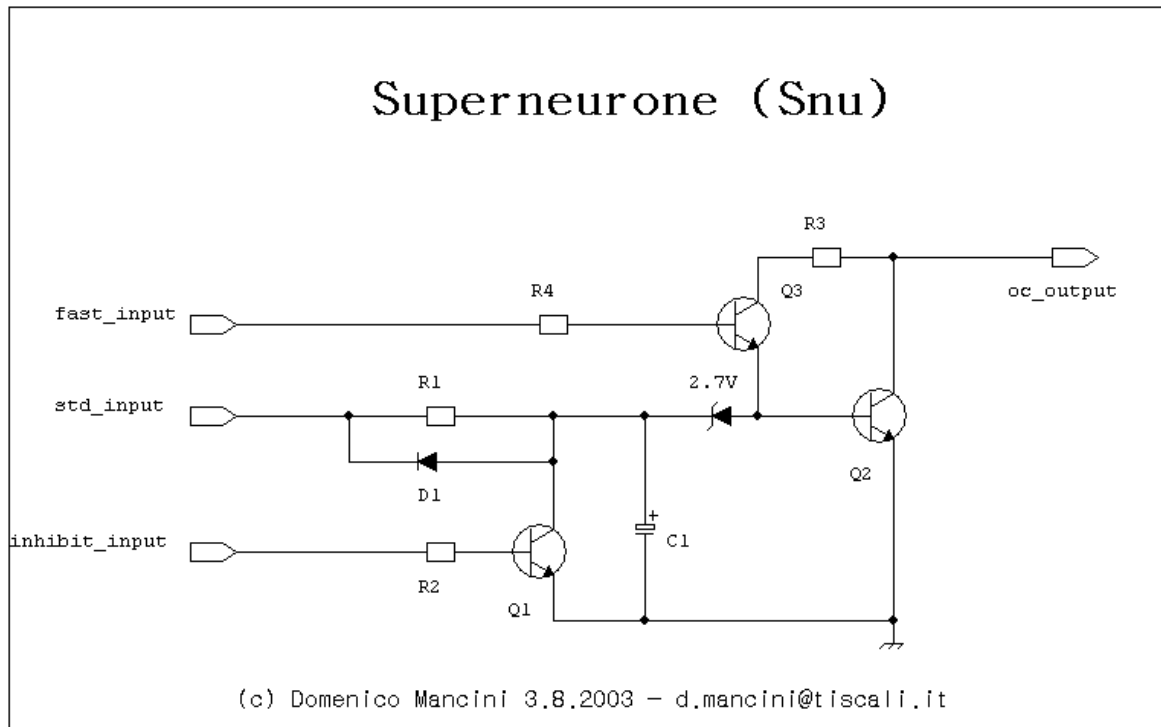


Partendo in alto a sinistra e procedendo in senso antiorario abbiamo:

- L'ingresso normale con ritardo di propagazione.
- L'ingresso di attivazione rapida, rappresentato con il simbolo del triangolo interno al riquadro.
- L'ingresso inibitorio, rappresentato con il cerchio interno al riquadro che sta ad indicare l'inversione della funzione rispetto l'ingresso normale.
- L'uscita del neurone, avente un cerchio esterno che in questo caso non ha funzione indicativa del processo interno, ma sta ad indicare che in uscita il segnale è invertito rispetto all'ingresso normale.

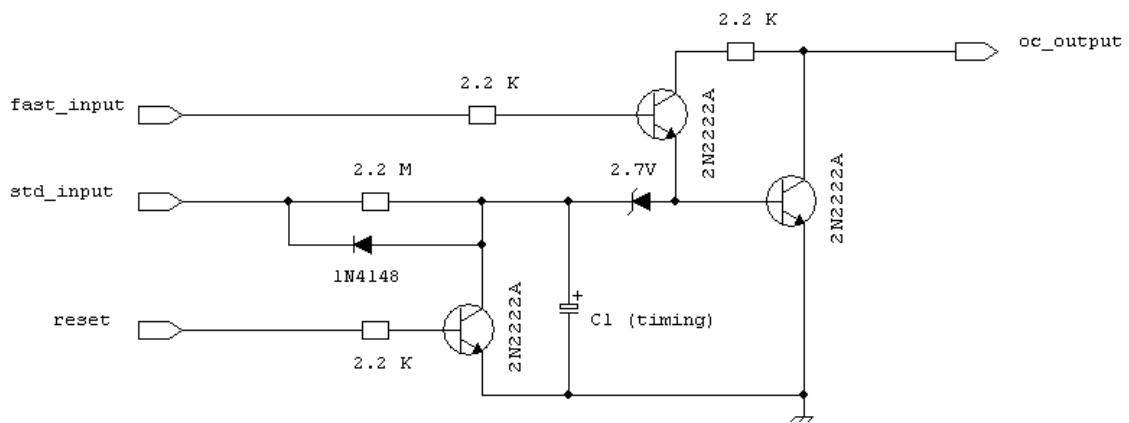
## 5. Superneurone Nu:

È l'equivalente Nu del precedente superneurone Nv. Possiede alcune caratteristiche differenti dal precedente, soprattutto per quanto riguarda l'ingresso reset. Se attivato infatti, a differenza del neurone Nv, oltre ad inibire il neurone provvede a scaricare il condensatore di timing C1 ripristinando la funzionalità di partenza (a riposo) del neurone stesso. Finito quindi lo stato di inibizione il neurone è pronto a ricevere un ulteriore stato logico in ingresso std\_input.



Di seguito lo schema elettrico con i valori dei componenti.

## Superneurone (Snu)

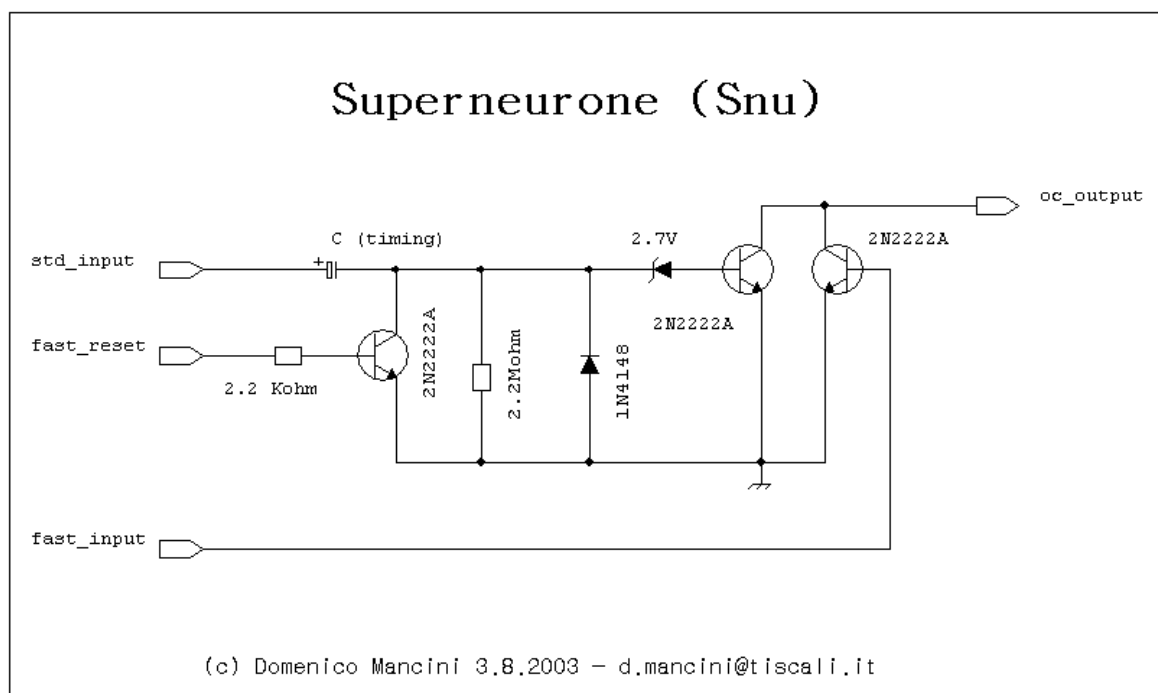


(c) Domenico Mancini 3.8.2003 - d.mancini@tiscali.it

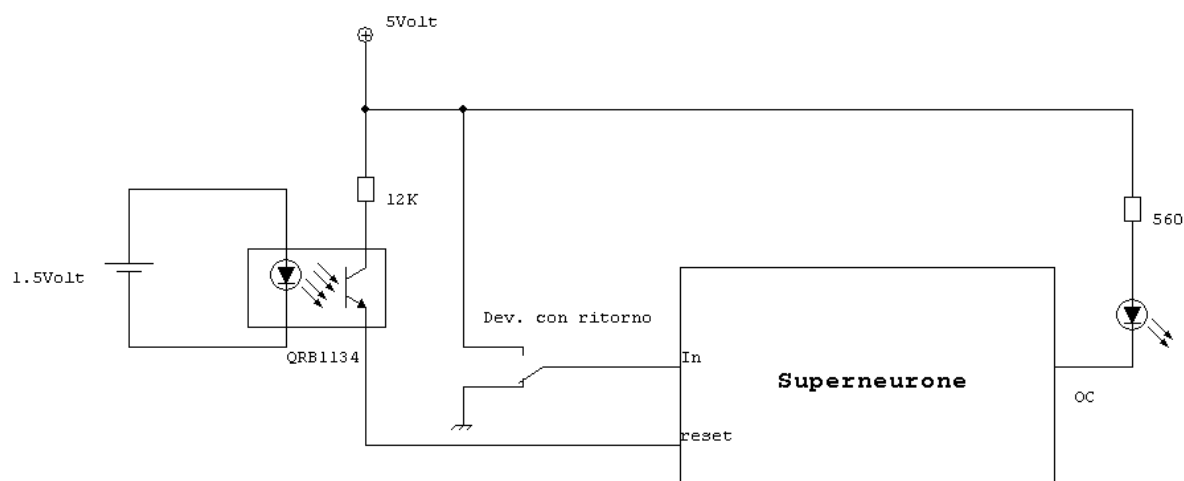
## 6.Appendice:

In appendice lo schema originario del superneurone Nv come era stato ideato, poi modificato nella funzione fast\_input.

Di questo superneurone se ne possono fare diverse varianti anche con le porte logiche o con altri dispositivi come FET, MOSFET o Relè, ma la filosofia rimane sempre la stessa.



**Nota finale:** A causa della mancanza del diodo zener, ho sostituito lo stesso con due diodi 1N4148 in polarizzazione diretta ed ho fatto le prove con questa configurazione. Nel disegno che segue, il banco di prova.

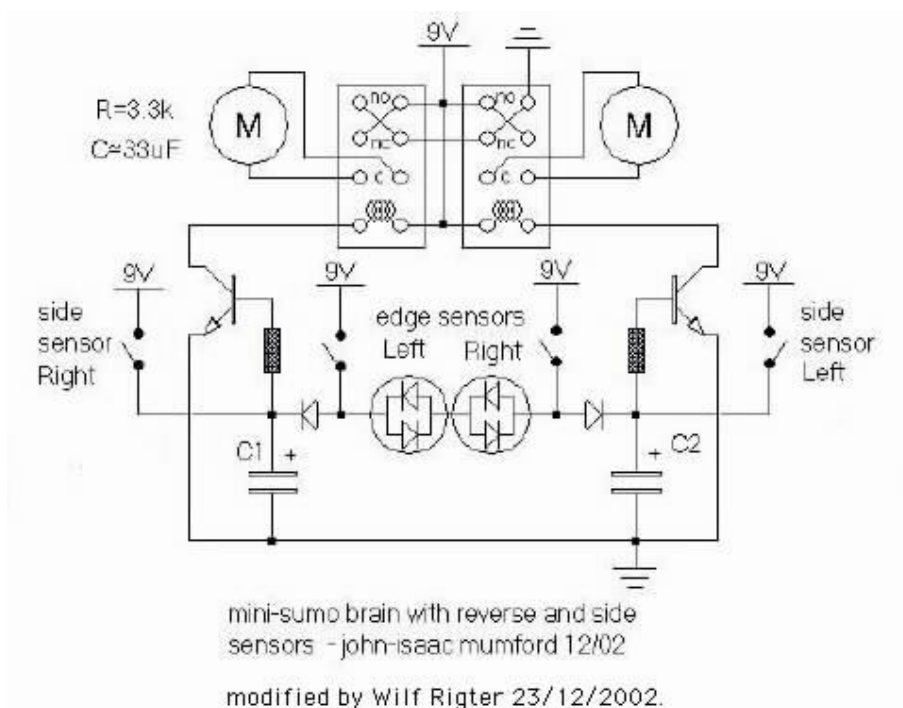


Il QRB1134 è un sensore di prossimità (si attiva a circa 8mm di distanza da una superficie riflettente). Con l'occasione ho collaudato anche lui.

## 7. Appendice dell'appendice, ovvero *L'origine di tutto:*

Ebbene sì, anche questa malattia ha avuto il suo periodo di incubazione preferie.

Tutto ha avuto origine con la voglia di costruire un robot da minisumo semplice e funzionale. Potevo scegliere quello di John Isaac Mumford che più si addiceva ai miei scopi, ma per qualche ignota ragione ho scelto quello più elegante di Wilf Rigter (chissà, forse è la stessa ragione per cui noi maschi tendiamo a preferire una donna bella ad una intelligente).



**Fig. 7.1**

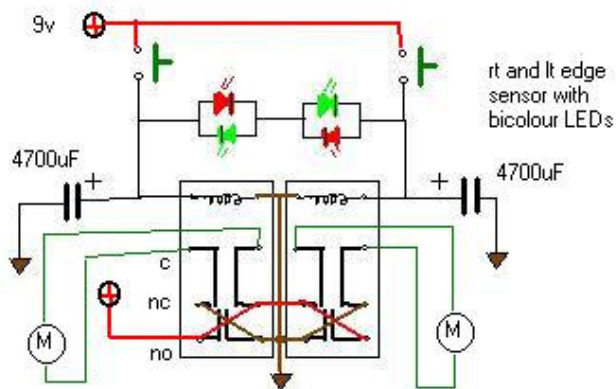
Fatto stà che mentre nel primo progetto potevo tranquillamente applicare l'uscita di una porta logica alla base dei transistor per pilotarli, nel secondo questo non è possibile perchè la corrente che fluisce attraverso gli interruttori è la stessa che fluisce attraverso i relè ( 50-60 mA) che sono troppi per lo stadio finale di una porta logica che al massimo può erogare o assorbire 20 mA.

Quindi per poter sostituire gli interruttori con una porta logica occorre aggiungere in uscita agli stessi un transistor. Alla fine il minisumo da due transistor diventa un "mostro" da sei transistor perdendo la sua eleganza.

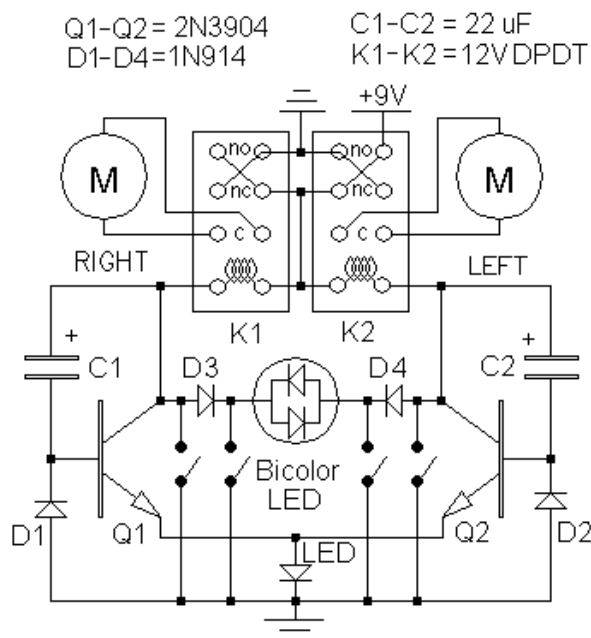
Nel minisumo di Wilf, i due transistor, che fungono da temporizzatori per la marcia indietro, sono in realtà due neuroni Nv se noi consideriamo la giunzione base-emettitore del transistor come il resistore del circuito RC. Infatti il circuito è il classico neurone Nv (C1-R-Q1) con l'ingresso collegato all'uscita (il collettore del transistor). L'unica aggiunta è il diodo D3 che, quando è attivo un interruttore ad esso collegato, scarica velocemente il condensatore C1.

Nella pagina che segue (fig. 7.1.1) potrete vedere lo schema elettrico del primo minisumo di Mumford, fatto soltanto da due condensatori elettrolitici e due relè come temporizzatori, modificato poi da Wilf in quello della fig. 7.1. Di seguito c'è lo schema di Wilf che è stato il mio punto di partenza.

### 7.1 Schemi elettrici originali dei minisumo beam:



**Fig. 7.1.1** Primo minisumo di Mumford.

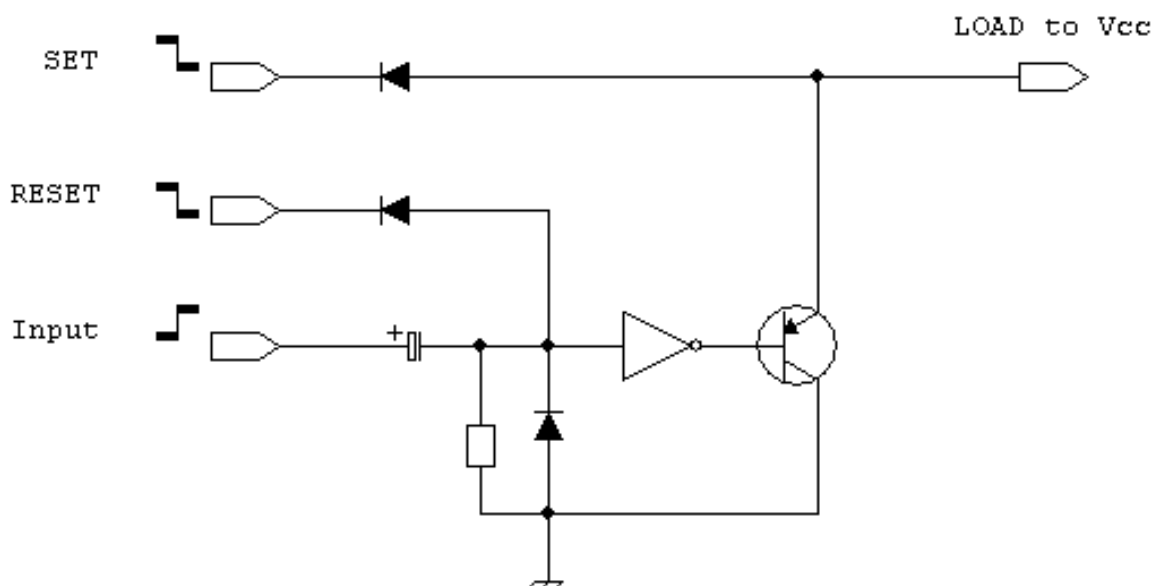


Mini Sumo Edge/Side Detector with Reverse and Turn - wilf rigter 12/2002

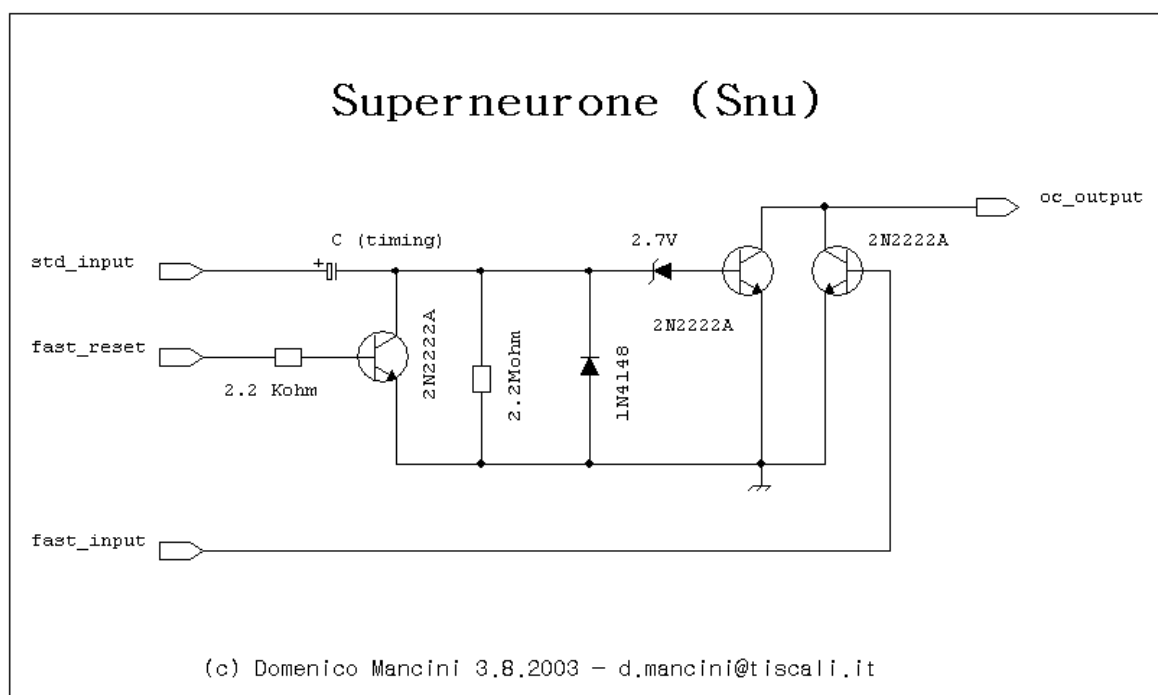
**Fig. 7.1.2** Minisumo di Wilf.

Da questo circuito è quindi uscito quello che segue, che chiamai "Neurone di potenza".

Il funzionamento è lo stesso del "superneurone" tranne che ha un solo transistor+porta ma soffre anch'esso del problema sopra esposto. L'ingresso SET è comunque un ingresso di "potenza".



A questo però seguì lo schema seguente:



che però doveva comunque avere due transistor di potenza applicati all'uscita e che poi è diventato il circuito finale descritto in questo documento.

## 8. Copyright under GNU Free Documentations License

**Copyright (c) 2003, Domenico Mancini**

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST and with the Back-Cover Texts being LIST. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentations License".

### **GNU Free Documentations License**

Il documento GNU FDL, disponibile sul sito <http://www.gnu.org> anche in versione italiana, è parte integrante di questo documento e ne contiene i termini di utilizzo.