

**STIMOLATORE PER MISURE SU ONDE CONVOGLIATE****RIFERIMENTI**

<i>Genere</i>	<i>DATA</i>	<i>Generalità</i>	<i>Note</i>	<i>Distribuzione</i>
<i>radio</i>	<i>gennaio 2020</i>			<i>Af web</i>

stimolatore per misure su onde convogliate	1
riferimenti	1
GENERALITA'	1
Il generatore.	1
Timer	2
Oscillatore modulazione	3
Oscillatore portante	3
Modulatore	4
Stadio finale	5
interfaccia rete elettrica	7
LC tank	8
Costruzione	9

GENERALITA'

In vista di costruire un interfono per onde convogliate tra il garage e casa ho preparato uno stimolatore da lasciare in una postazione mentre si misura e sperimenta il ricevitore dall'altra postazione.

Si compone di due parti, il generatore temporizzato e l'interfaccia verso la rete elettrica con amplificatore.

IL GENERATORE.

Il generatore non necessita di particolari caratteristiche riguardo alla precisione e stabilità di frequenza.

Ho impiegato un integrato CMOS logico per l'oscillatore di portante e per quello di modulazione, e un 555 per il timing di manipolazione.

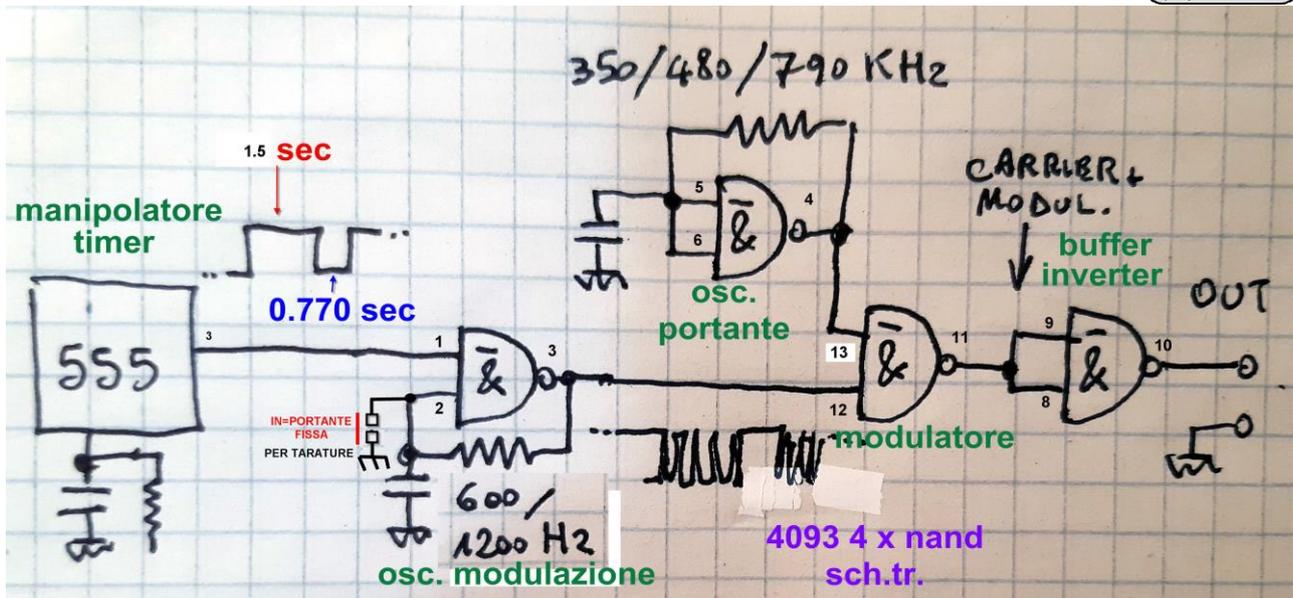


Figura 1, schema a blocchi

L'oscillatore 555 accende la portante per 1.5 secondi (non 1.7, è uno sbaglio nello schema) e lo spegne per 0.77 secondi.

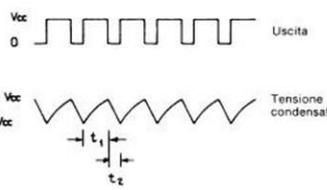
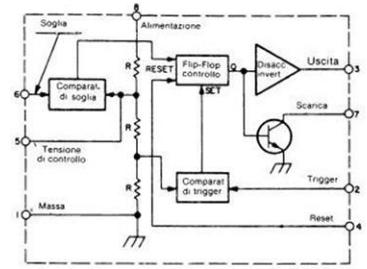
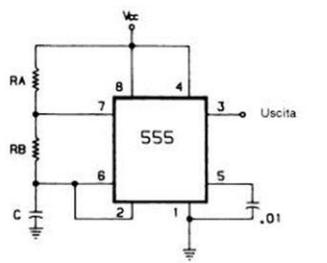
Quando l'oscillatore di modulazione è spento lo stato logico di uscita è alto così da tenere la portante fissa non modulata.

Un ultimo buffer inverte ma era necessario solo per le prove in modo da avere l'uscita a zero in assenza di portante. A lavoro terminato la portante è sempre attiva e l'ultima logica ha meno senso, ma ormai c'è.

TIMER

È un classico oscillatore con 555, duty cycle non simmetrico. Convenzionale.

Vcc	1	
RA	560	KOhm
RB	560	KOhm
C1	2	UF
T1	1552.65	mSEC
T2	776.325	
F	0.00043	KHZ



0.693147181
0.33
0.67
1.44

Figura 2, calcoli per timer

Il tempo ON è circa 2 volte il tempo OFF.

Il condensatore da 2 uF è ottenuto con due da 1uF paralleli.

OSCILLATORE MODULAZIONE

È un circuito convenzionale, facile da fare, riporto le formule per calcolare R e C ma in pratica è facile trovare i giusti valori con tentativi sulla breadboard.

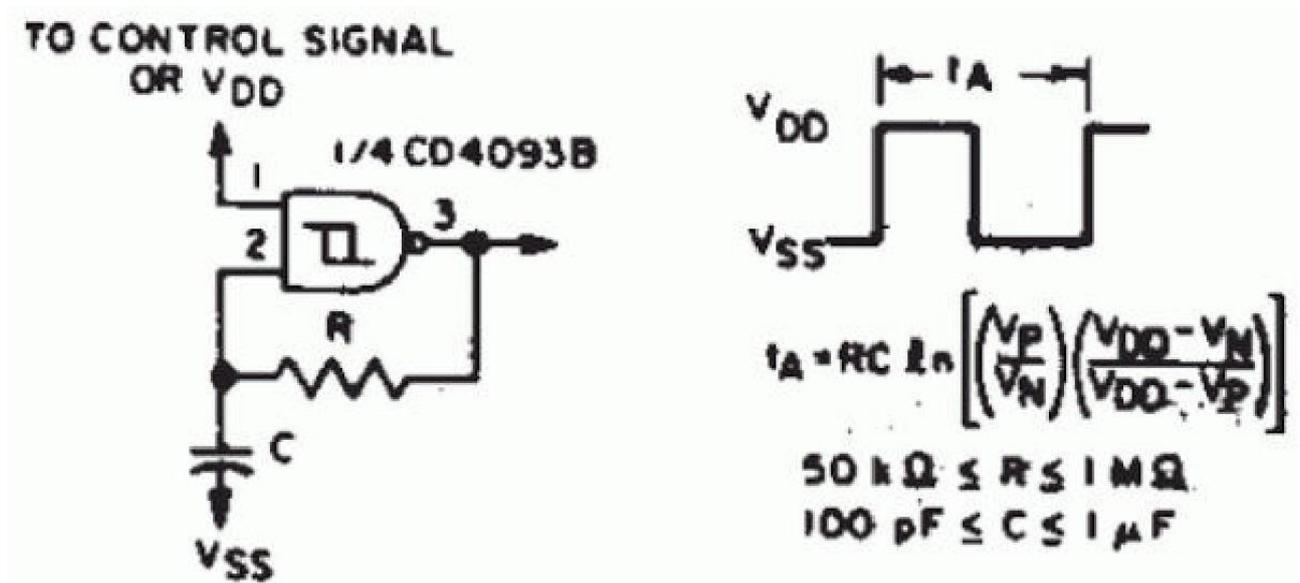


Figura 3, calcoli per oscillatore con NAND 4093

Ho previsto di poter inserire o disinserire un condensatore di timing dei due in parallelo.

Questo mi permette di avere una frequenza di modulazione di 600 Hertz circa oppure 1200 selezionabile con un cavallotto estraibile



Figura 4, selezione frequenza di modulazione

L'oscillatore di modulazione viene pilotato dal manipolatore su un ingresso, l'altro è parte del circuito oscillante.

Notare che quando l'oscillatore è spento l'uscita rimane alta. Questo fa sì che il modulatore che segue fa uscire radio frequenza sempre, modulata e non modulata al ritmo del manipolatore.

In secondo tempo è stato aggiunto un cavallotto tra il pin 2 e terra che se inserito inibisce l'oscillatore di modulazione e alza l'uscita in modo che il sistema sia nella condizione di portante fissa. Questo per facilitare la sintonia degli stadi finali.

OSCILLATORE PORTANTE

È lo stesso circuito dell' oscillatore di modulazione, ma con costanti RC diverse.

Anche qui ho previsto 3 frequenze definite grossolanamente con più condensatori in parallelo selezionabili con cavallotti. In realtà poi è risultato usabile la frequenza più bassa, 350 kHz circa.



Figura 5, selezione frequenza portante

La frequenza è stabile, certamente con un ricevitore in AM non si apprezzano eventuali piccole variazioni.

MODULATORE

È un ulteriore porta NAND in cui un ingresso è o alto (1 logico) o con il segnale della modulazione a audio frequenza.

L'altro ingresso porta l'onda quadra della portante.

Prima dell'uscita un'altra porta fa in modo che se non ci fosse portante il livello logico sia a zero. Questo servirebbe in caso si piloti direttamente un transistor o un mosfet.

Le due figure seguenti mostrano il segnale modulato in blu (uscita porta NAND) e il modulante in giallo (ingresso di porta NAND).

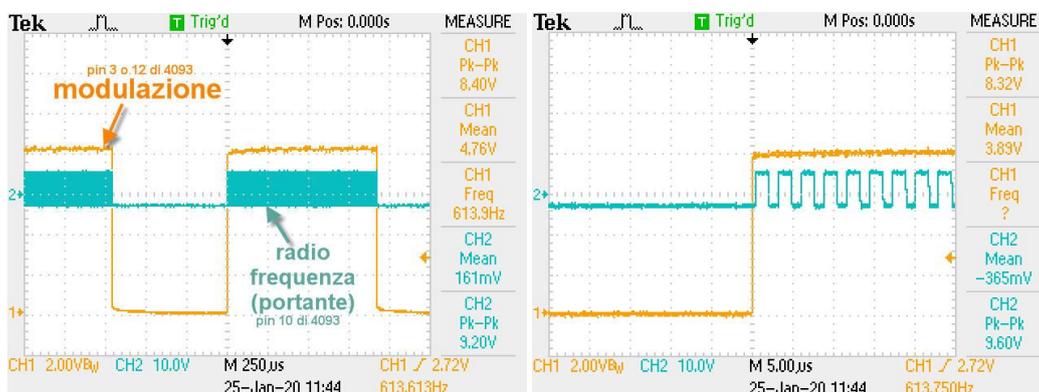


Figura 6, segnale modulato (e dettaglio)

Notare che in mancanza di modulazione il livello giallo sarebbe a 1 logico con portante presente in uscita.

Nella pratica essendo tutto pilotato dal manipolatore in uscita c'è sempre segnale a radio frequenza.



STADIO FINALE

Lo stadio finale di potenza per erogare 1 Watt è costruito su un transistor per radio frequenza, 2N3553 modulato a basso livello.

Lo schema disegnato a braccio ha richiesto poi una serie di aggiustamenti necessari sia per il funzionamento che per la sicurezza del circuito.

Il problemi incontrati sono tipici dei circuiti di trasmettitore di piccola potenza, con sintonia dello stadio finale. Sono state osservate diverse fasi da funzionamento in manipolazione senza carico, solo portante con e senza carico.

Il pilotaggio diretto dello stadio finale non ha dato un buon risultato. Sarebbe necessaria una rete di adattamento di impedenza, ma il sospetto che poi la forza per pilotare sarebbe al limite mi fa preferire un'altra soluzione.

Ho provato a precedere il finale con un emitter-follower che insieme all'aumento di potenza serve anche per polarizzare in classe B il finale.

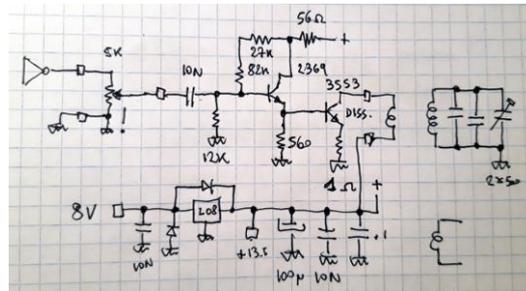


Figura 7, finale, schema 1

Il 3553 è polarizzato con circa 500 mV in base, poco sotto alla soglia di conduzione.

Sarebbe buono ma diretto, senza il potenziometro da 5k, il finale si fulmina per tensione elevata tra B e E appena si dà tensione. E meno uno! Costano relativamente poco...

Va bene con il pot, ma c'è qualcosa che non torna. Senza carico si vede questo, le figure sono screenshot dell'oscilloscopio.

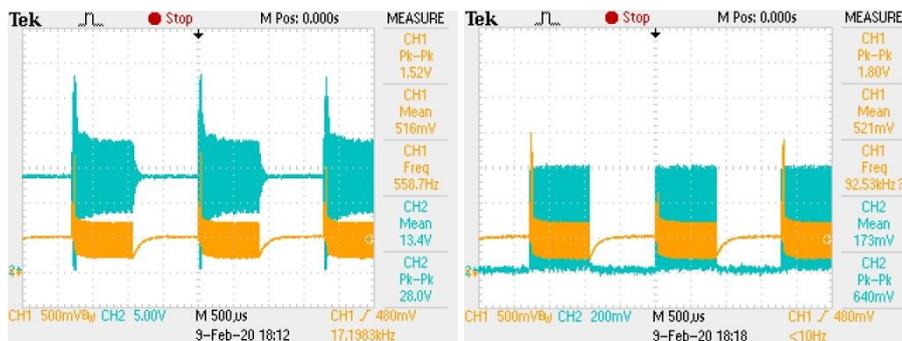


Figura 8, base e collettore a sx, base e pilotaggio a dx

Ad ogni fronte di segnale c'è un picco. Zoomando si intuisce che non è un overshoot ma piuttosto un auto oscillazione che poi si smorza da se.

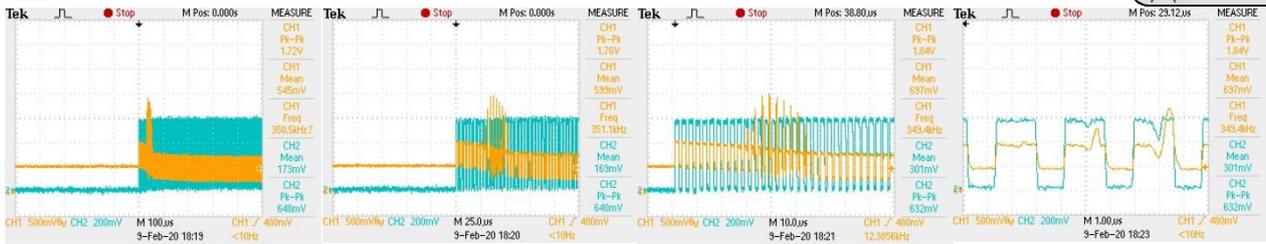


Figura 9, zoom successivo di base 3553 (giallo) e ingresso (blu)

Eliminato questo inconveniente aumentando la controreazione, si è presentato un altro difetto.

Ricevendo il segnale con un ricevitore il difetto produce una modulazione non voluta e fastidiosa.

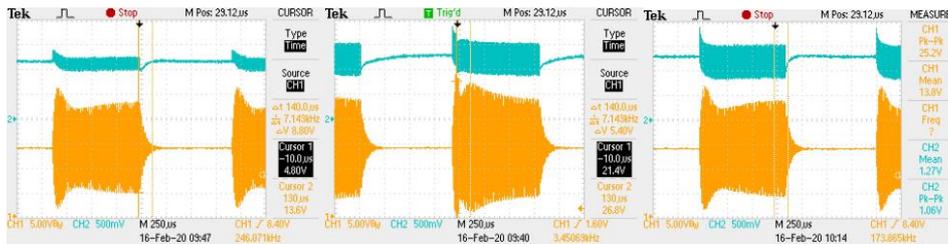


Figura 10, modulazione spuria

Sebbene tra la logica CMOS e la base del pilota ci sia un condensatore di isolamento esso si carica al valore medio con il tempo dato da C e le resistenze in circuito. Vedi figura sopra. Per eliminare questo inconveniente ho inserito una induttanza da 1mH che col suo basso valore ohmico (15 Ohm) azzerava la componente continua del pilotaggio.

Il circuito così definito è alla figura seguente.

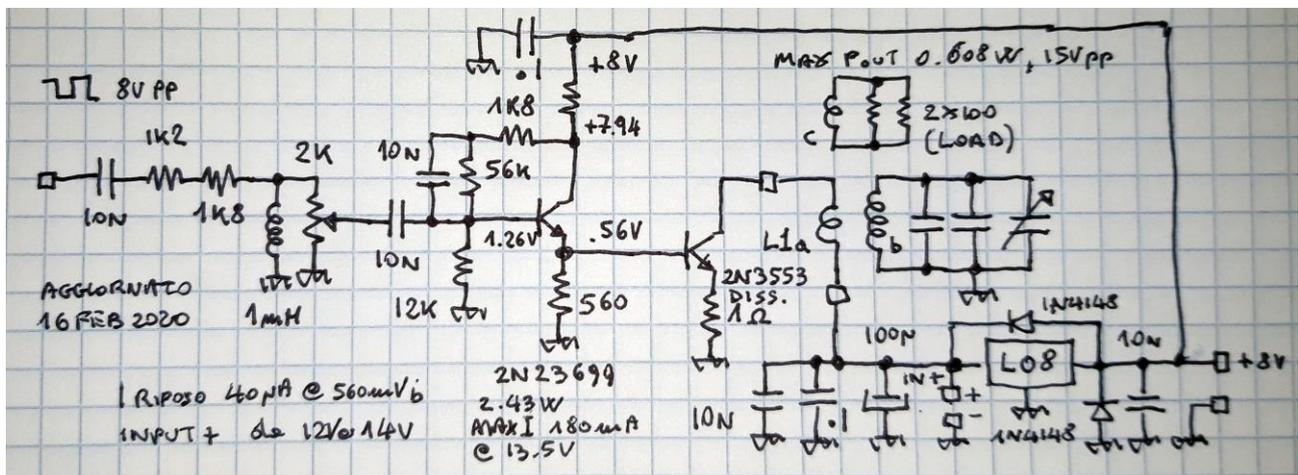


Figura 11, evoluzione del circuito

A sinistra l'attenuatore con abbattimento della tensione continua. Segue il pilota come emitter follower, che in emitter ha la tensione di 0.560 Volt che pone il finale alla soglia di conduzione. Poi il finale con una leggera controreazione in emitter (1 Ohm).

Il pilota è alimentato da una tensione di 8 Volt stabilizzati che serve anche ad alimentare la sezione Master oscillator e modulatore.



Regolando il trimmer da 2k in situazione di zero carico per la massima escursione p-p sul collettore, e contemporaneamente sintonizzando il circuito LC porta ad una corrente totale di 60 mA @ 13.5 Volt.

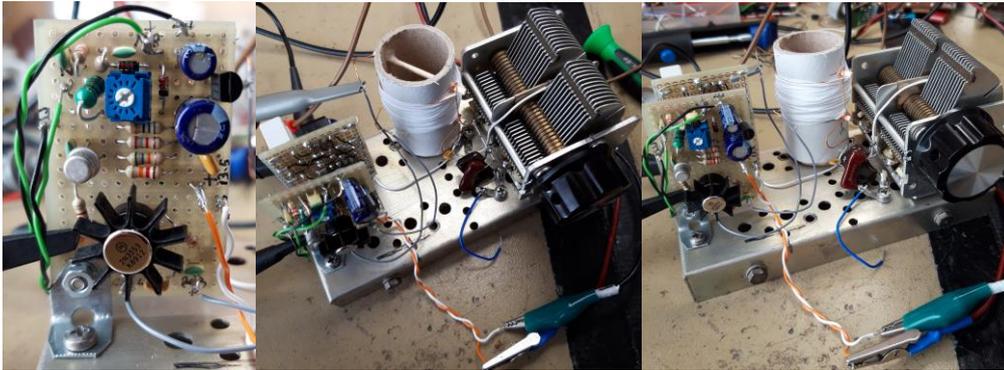


Figura 12

L'aggiunta del carico richiede di aumentare il livello di pilotaggio che avviene con il pot da 2k. La paura a questo punto è che se il carico si stacca improvvisamente il finale rimane sopra pilotato e rischia di bruciare.

Il consumo totale passa (in sintonia) a 180 mA che si sentono come calore del transistor finale che scotta le dita. La potenza input è di circa 2.4 Watt, la potenza che sono riuscito ad ottenere su 50 Ohm è di 0.6 Watt. Non è ciò che mi aspettavo ma può andare bene per le prove.

La sintonia la ottengo monitorando il massimo con oscilloscopio, ma non c'è la possibilità di osservare il dip per il minimo come con le valvole. Per l'uso pratico devo provvedere un utility di sintonia.

Ho voluto fare questa prova con il finale in classe B anche se è poco convenzionale e anzi direi mai vista nella varia documentazione che ho consultato. Il circuito presenta anche delle condizioni di sfasamento tra base e collettore che non sono esattamente di 180° ma è variabile secondo carico e sintonia.

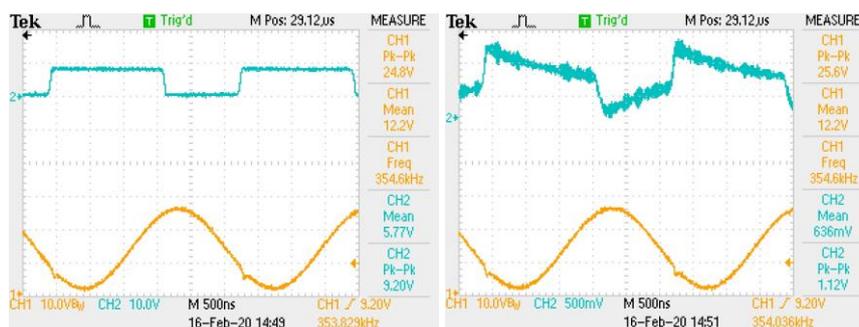


Figura 13

Purtroppo il duty cycle del pilotaggio non è a 50% e questo confonde le cose. Inoltre ho scelto di andare in classe B ma pilotando a onda quadra è evidente un controsenso.

INTERFACCIA RETE ELETTRICA

Non so bene quale sia l'impedenza della rete per questo ho optato per un livello di potenza abbastanza elevato, che mi permetta di fare prove con tranquillità.

LC TANK

La taglia del trasmettitore è da 1 Watt di potenza, in uscita sul carico, avevo pensato. Poi il pilotaggio o non è adeguato o ho adattato male la base al pilota e il risultato è che la misura indica 1 Watt input nei momenti di sola portante. Con la modulazione la potenza input cala a ½ Watt.

Comunque per 1 Watt out la impedenza che il collettore deve vedere (R_c) è $\frac{V_{CC}^2}{2P_{out}}$ ovvero $\frac{12^2}{2}$ cioè 72 Ohm.

Volendo un Q caricato di 10 (come tipico nei circuiti a valvole) la reattanza richiesta per la bobina è di $\frac{R_c}{Q}$ in numeri $\frac{72}{10}$. Il risultato è un valore basso (7.2 Ohm) che tradotto in pratica è di difficile realizzazione. Inoltre la capacità di sintonia sarebbe un valore molto grande e difficile da sintonizzare.

Faccio ricorso ad una bobina con una presa, o meglio con un link per adattare R_c mentre la reattanza sarà più alta e di più facile realizzazione.

Decido di fare un link con ¼ di spire della bobina di accordo. In questo modo la XL sarà di 4² volte maggiore di R_c , cioè $16 \cdot 72 / 10 = 115.2$ Ohm. Questo valore corrisponde a 52.3 uH @ 350 kHz, a 38.1 uH @ 480 e 23.1 uH @ 790 kHz. Tutte relativamente facili da costruire.

Cosa anche più importante è la possibilità di una sintonia ottimale con l'utilizzo di un doppio variabile da 500pF in parallelo e capacità fissa di 3406 pF @ 350 khz, 2338 pF e 1210 pF per le altre due frequenze possibili.

Ho inizialmente avvolto un toroide giallo / bianco di recupero, facilmente mix 26, che la amidon da per frequenza di rete (50Hz) ma altri in internet dicono valido fino a 800kHz.



Figura 14, toroide T80-26

Risultato? Un comportamento erratico, consumo del finale come se ci fosse carico anche se non c'è, ... scartato, peccato. La costruzione sarebbe stata compatta.

Allora sono passato ad un supporto poco nobile, il rullo di cartone del domopak® che è ben robusto ed ha un diametro di 28.75 mm. La carta è un buon isolante se è secca.



Figura 15, supporto in cartone

Solitamente questo supporto, facile da reperire, non è utilizzato per la difficoltà di bloccare l'avvolgimento in modo che sia robusto e stabile. Io ho usato degli stuzzicadenti infilati in forellini praticati con punta da 2 mm, e tagliati in modo che spuntano 3 o 4 mm dal cilindro. Una goccia di VINAVIL® per bloccarli. Per fissare tutto allo chassis una fessura piatta fatta con una raspetta da modellismo e una piastrina di ottone con foro filettato al centro.

L'avvolgimento dai calcoli deve essere lungo 20 mm, distanza di posizionamento degli stecchini. Il filo si ancora con 3 o 4 spire allo stecchino e poi si avvolge a mano sul supporto.

Il numero di spire è calcolato per un singolo strato di avvolgimento, delle dimensioni previste etc. etc.

Io invece ho praticato una specie di nido d'ape a mano ed il risultato è che con il numero di spire dato l'induttanza misurata è maggiore. Per esempio con 46 spire ho misurato 62.38 uH invece di 52.3.

Per diminuire e di quante spire ho usato le formulette per il fattore A_L dei toroidi che mi dicono 4 spire in meno. Risultato 51.7 uH che accetto come buono.

Si può anche fare per tentativi una spira alla volta.

Segue una tabella con i valori relativi delle costanti per le tre frequenze previste.

Frequenza	350	480	790
Induttanza uH	52.3	38.1	23.1
Spire avvolg. sintonia.	46	39	30
Spire per link collett.	11.5	9.75	7.5
Capacità fissa pF	3406	2338	1210
Freq. Minima kHz	329	442	694
Freq. Massima kHz	375	530	939

Per tenere ulteriormente ferme le spire ho coperto l'avvolgimento con nastro di teflon da idraulici.

COSTRUZIONE

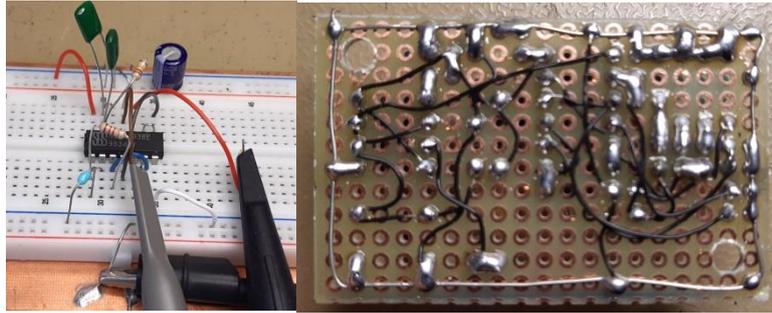
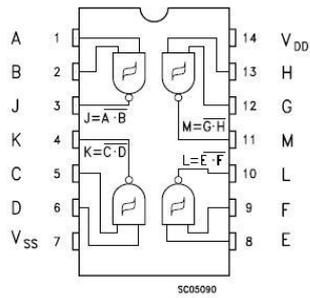


Figura 16, pinout 4093 - breadboard - filatura del prototipo



Figura 17, prime prove

(Da terminare) Buon divertimento, Alessandro Frezzotti