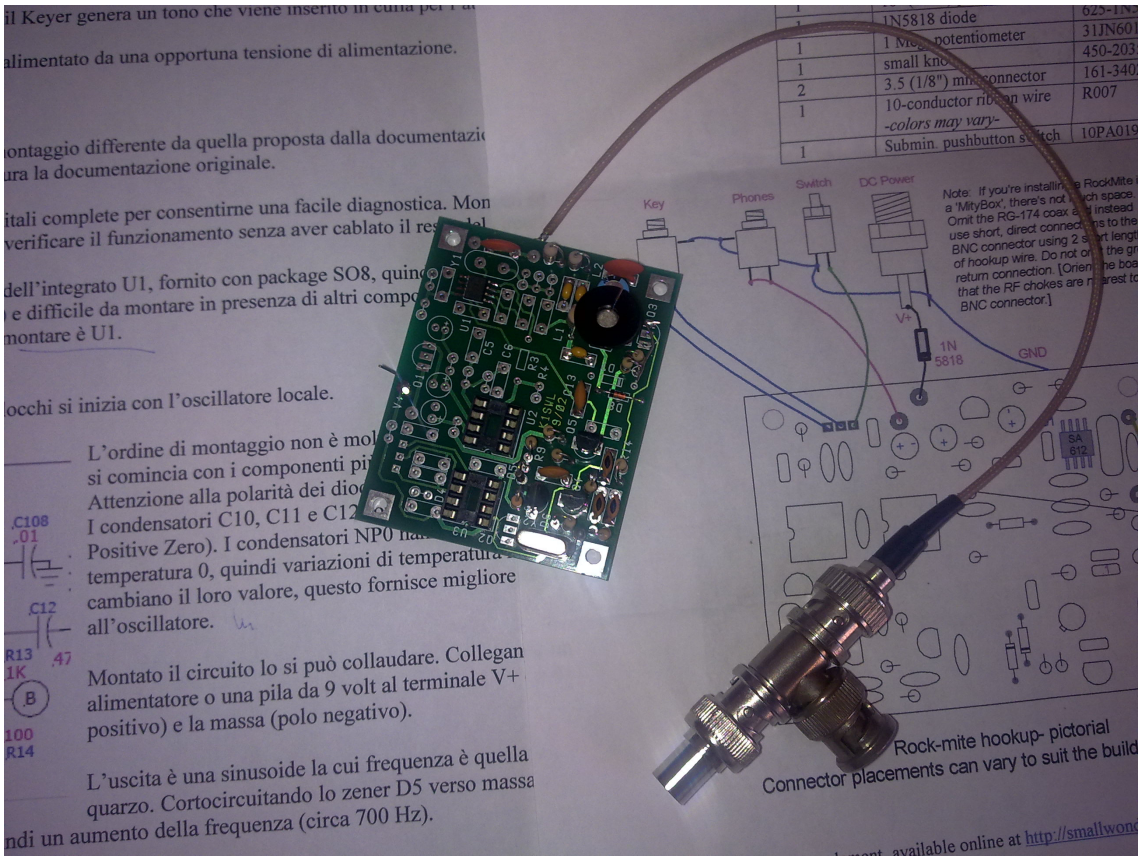
ROCKMITE RICETRASM ETTITORE QRM A SINGOLA CONVERSIONE in CW



Invito all'utocostruzione

Redatto da
Restori Fabrizio, I4NKF

ANNO 2010

RockMite

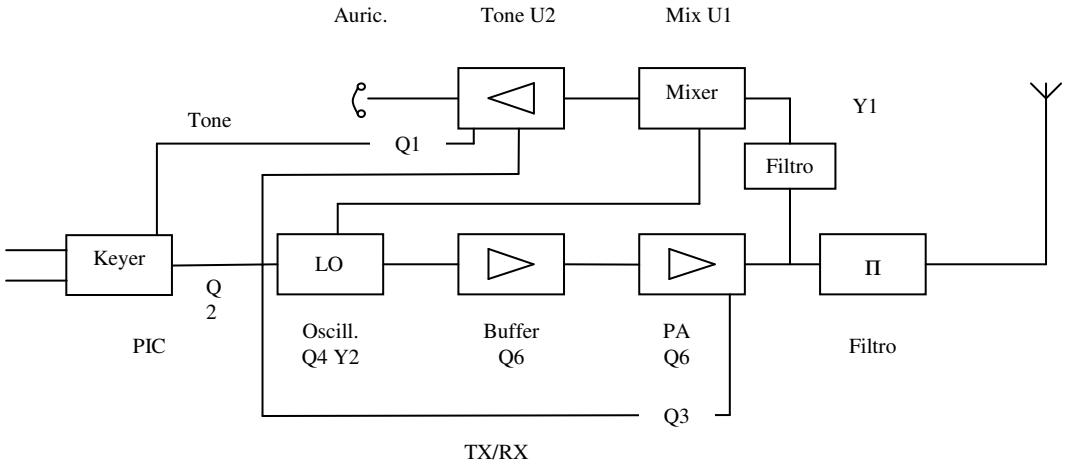
Il kit RockMite consiste nel circuito stampato (PCB, Printed Circuit Board) e nei componenti elettronici necessari per l'assemblaggio.
Il kit permette di realizzare un semplice TRX QRP CW in banda HF. Sono disponibili diverse frequenze. Per ognuna cambiano i quarzi e alcuni componenti come ad esempio il filtro p-greco in uscita.

Il progetto è relativamente semplice, come lo sono tutti i TRX di questa categoria, ciò nonostante è un progetto utile, specie ai neofiti, per capire le tecniche di montaggio, la lettura degli schemi e il test di quanto realizzato. Poi è divertente.

Il kit è completo di una breve descrizione in inglese con schemi, layout componenti e una breve sequenza di montaggio.

Di seguito si vuole dare alcuni suggerimenti per il corretto montaggio.

Lo schema a blocchi.



Il keyer gestisce il tasto verticale o orizzontale. L'elemento chiave è un microprocessore PIC che viene fornito già programmato.
Il keyer modifica leggermente la frequenza dell'oscillatore locale di circa 700 Hz (shift) durante i punti/linee e gli spazi. La funzione è ottenuta attraverso Q2, che funziona da interruttore e il diodo varicap D6. 700Hz sarà la nota udita da chi ci riceve

L'oscillatore locale è un oscillatore Colpitts e la frequenza è definita dal quarzo Y2.
L'oscillatore fornisce il segnale per il TX e per il mixer in RX. Il buffer, con il transistor Q6, separa l'oscillatore dall'amplificatore di potenza (PA Power Amplifier). Questo buffer non amplifica, in tensione (la resistenza di collettore è uguale a quella di emettitore), ma è in grado di fornire adeguata corrente allo stadio finale senza 'caricare' eccessivamente l'oscillatore locale.
L'amplificatore di potenza (circe 0,5 W) è un amplificatore in classe C.

Segue un filtro a p-greco per adattare l'impedenza di uscita del PA all'antenna ed eliminare le armoniche presenti in uscita dall'amplificatore.
Il MosFet (Metal–Oxide–semiconductor Field-Effect Transistor) Q3 funziona da interruttore portando verso massa l'emettitore di Q6 e Q5 durante la trasmissione alimentando il buffer ed il PA.
In ricezione Q6 e Q5 non sono alimentati (Q3 aperto), il segnale ricevuto viene inviato al mixer attivo U1 (SA 602) attraverso una copia di diodi in antiparallelo, che limitano il massimo segnale in ingresso al mixer, e attraverso il quarzo Y1 che filtra il segnale in ricezione. In ingresso al mixer è presente anche il segnale dell'oscillatore locale.
All'uscita del mixer si ritrovano due frequenze (anche altre, ma meno importanti) la somma e la differenza del segnale ricevuto con la frequenza dell'oscillatore locale. Il segnale di frequenza somma (il doppio del segnale ricevuto) viene 'perso' nel circuito successivo, mentre il segnale differenza (in Banda Base) è il segnale audio ricevuto che viene amplificato dall'integrato U2 per l'ascolto in cuffia.

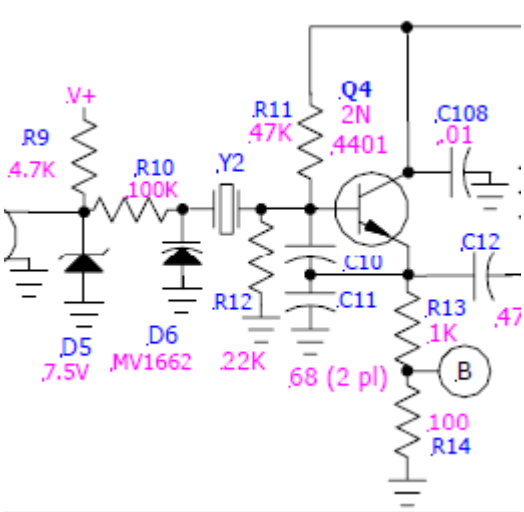
Q1, come Q3, funziona da interruttore, isolando l'uscita audio durante la trasmissione (interruttore aperto). Durante la trasmissione il Keyer genera un tono che viene inserito in cuffia per l'autoascolto durante la trasmissione.
Tutto il circuito, ovviamente, è alimentato da una opportuna tensione di alimentazione.

Piano di montaggio
Si suggerisce una sequenza di montaggio differente da quella proposta dalla documentazione ufficiale, ciò nonostante è bene leggerla con cura.

Si suggerisce di montare blocchi circuitali completi per consentirne una più facile diagnostica. Montato ad esempio l'oscillatore, se ne può verificare il funzionamento senza aver cablato il resto del circuito.

Unica eccezione è il montaggio dell'integrato U1, fornito con package SO8, quindi molto piccolo (dimensione 5x4 mm, con 8 pin) e difficile da montare in presenza di altri componenti.
Quindi il primo componente da montare è U1 ponendo particolare attenzione al giusto orientamento.

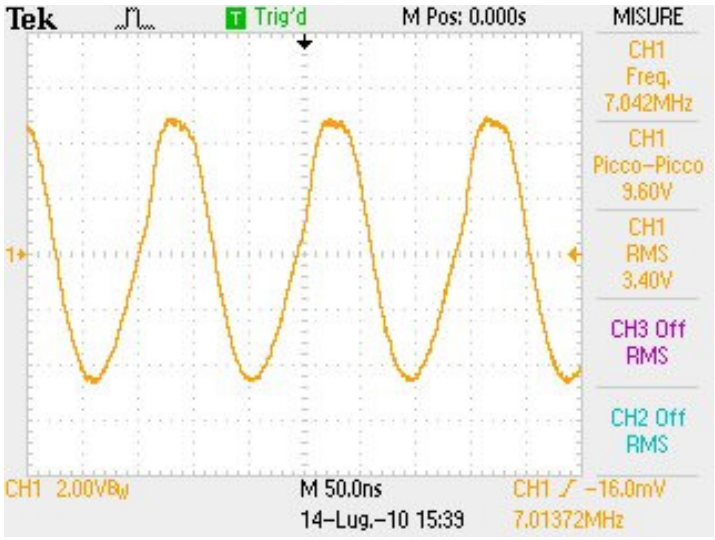
Oscillatore Locale (LO)
Con riferimento allo schema a blocchi si inizia con l'oscillatore locale.



L'ordine di montaggio non è molto importante, in genere si comincia con i componenti più piccoli.
Attenzione alla polarità dei diodi e del transistor.
I condensatori C10, C11 e C12 sono NP0 (Negative-Positive Zero). I condensatori NP0 hanno coefficiente di temperatura 0, quindi variazioni di temperatura non cambiano il loro valore, questo fornisce migliore stabilità all'oscillatore. I condensatori NP0 sono riconoscibili da una macchia nera nella parte alta del componente.

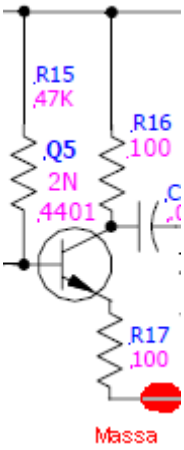
Montato il circuito lo si può collaudare. Collegando un alimentatore o una pila da 9 volt al terminale V+ (polo positivo) e la massa (polo negativo).

L'uscita è una sinusoide la cui frequenza è quella del quarzo. Cortocircuitando lo zener D5 verso massa si riduce la capacità di D6, si ha quindi un aumento della frequenza (circa 700 Hz).
Questo è quello che si può vedere con un oscilloscopio.



Come si può notare la tensione su C12 è di circa 9Volt picco picco (la tensione di alimentazione è di 10 Volt), il valore efficace di 3,4 volt
Se si considera come carico la resistenza R15 di 47Kohm, la potenza fornita è $(Veff)^2/R15=0{,}25$ mW.
L'assorbimento del circuito, misurabile con un multimetro sull'alimentazione è di pochi mA (7-8)

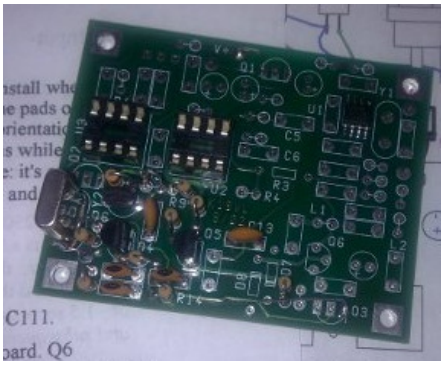
Buffer



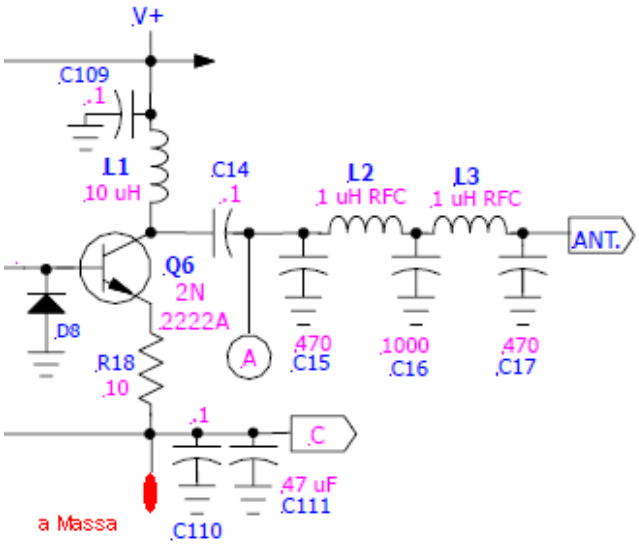
Come per la parte precedente si montano componenti e si collauda.
Le resistenze R16 e R17 sono di ugual valore, quindi l'amplificazione in tensione è 1 (A_V=R16/R17).
La tensione di uscita è quindi uguale alla tensione di ingresso, però la potenza erogabile è maggiore.
Il circuito assorbe quasi 50 mA. Ammesso che Q5 raggiunga la saturazione V_{CE}=0 (la condizione non reale, ma serve a stimare la massima corrente) I=Vcc/(R16+R17)=10/200=50mA.

Per veder funzionare il circuito occorre portare a massa la resistenza R17 con un pezzettino di filo. Questa funzione è svolta, in trasmissione, da Q3, al momento non ancora montato.

Ecco dove siamo arrivati.



L'Amplificatore di potenza e il filtro P-greco

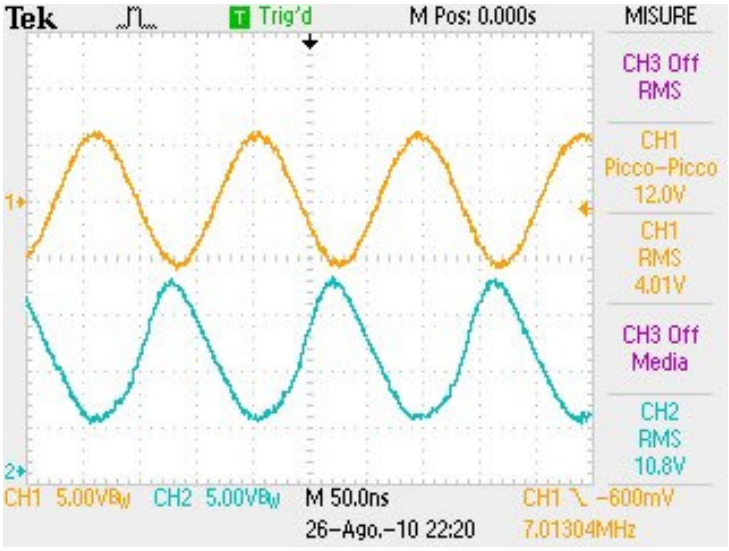


Per questa parte di cablaggio si suggerisce di montare per ultimo il transistore Q6.
La documentazione ufficiale evidenzia che il condensatore C111, da 47µF, è fra quelli forniti nel kit di pari valore, il più basso, questo perchè deve restare sotto il dissipatore di Q6.
Il dissipatore, fornito con il kit, va inserito sul transistore prima del montaggio sul circuito stampato, questo per evitare sforzi sui piedini di Q6.
Attenti alla polarizzazione di D8 e di C111 che è elettrolitico.

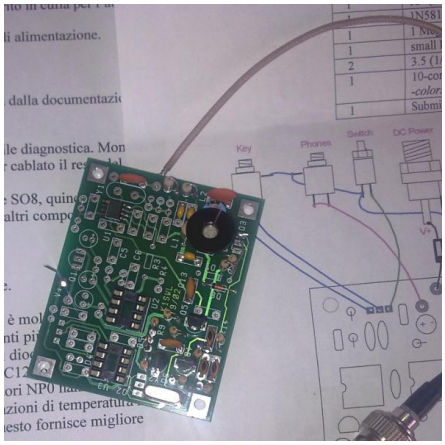
Il MosFet Q3 non è stato ancora montato per il test andrà mantenuta la massa con un filo su R18 e R17.
Per il collaudo basta alimentare il circuito dopo aver collegato un carico di 50 ohm all'antenna.
Un cavetto schermato saldato sul PCB del Kit e con un connettore BNC nell'altra estremità è una buona soluzione.. Come carico un 'tappo' da 50 ohm di una rete ethernet, ma due resistenze da 100 ohm in parallelo vanno altrettanto bene.

Il segnale in uscita misurato è di 4.01 Volt, misurati sull'antenna (carico fittizio di 50Ω, traccia gialla). La tensione di alimentazione è di 10Volt. Il transistore finale Q6 tende a scaldare e suggerisce una alimentazione moderata per il test.

La potenza, sul carico da 50Ω diventa: $Pu=V^2/R_L=(3.17)^2/50=320mW$



Con questo valore si può valutare l'impedenza di uscita al collettore di Q6. Tale impedenza ha importanza nella progettazione del filtro in uscita (adattamento di impedenza).

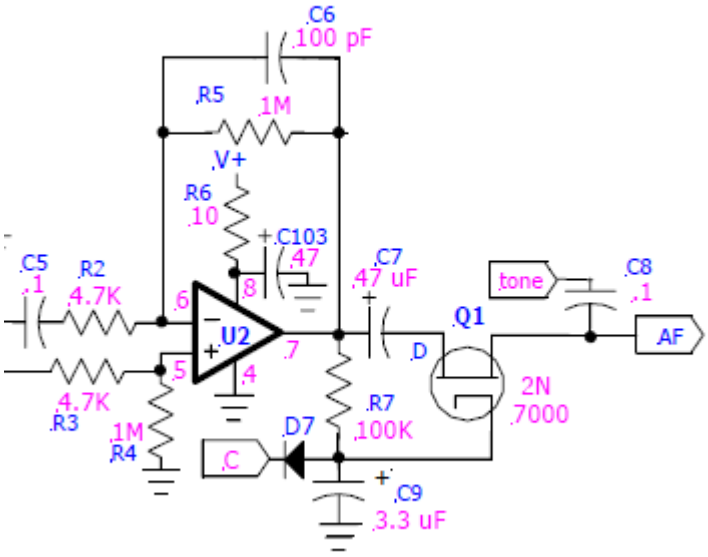


Lo stesso circuito, alimentato a 12Volt, fornisce in uscita 5,2 Veff, per una potenza di 540 mW.

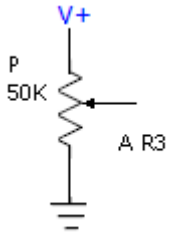
Con tensioni di alimentazione superiore ai 9volt è fortemente raccomandato l'uso del dissipatore sul transistore finale.

La parte ricevente

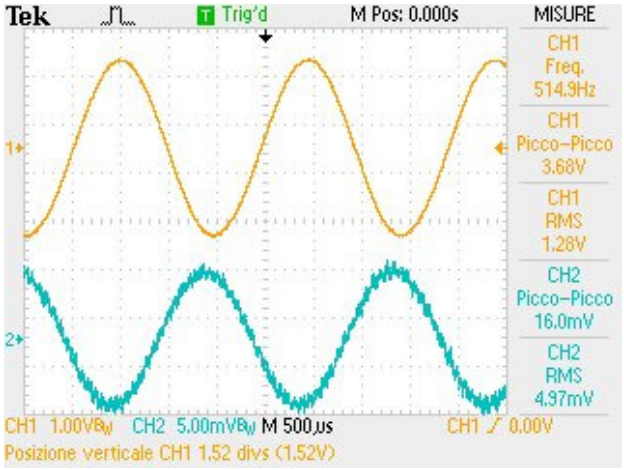
Procediamo con le parti più semplici: l'amplificatore a BF



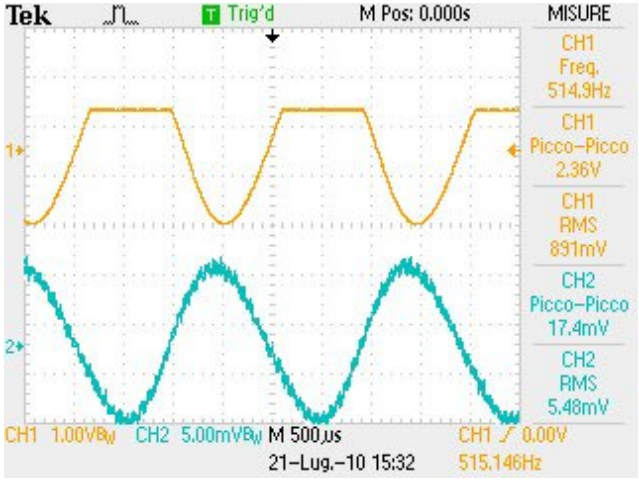
Montare i componenti indicati nella parte di schema, ad esclusione di Q1. Montare anche lo zoccolo a 8 pin. Attenzione alla indicazione di polarità che andrà ad indicare come inserire il circuito integrato. Le resistenza R3 va saldata verso R4, ma non saldata dal lato Mixer, questo per facilitare il successivo test di funzionamento.
U2 è un doppio amplificatore operazionale usato solo per metà.
L'amplificazione in tensione è determinata del rapporto Av=R5/R2=212, circa 46 dB.
Questa forte amplificazione è necessaria par portare a livelli accettabili i piccoli segnali in uscita dal mixer.
Il condensatore C6 riduce la banda passante dell'amplificatore a valori compatibili con la bassa frequenza. Il diodo D7 con il Mosfet Q1 servono per la commutazione ricezione - trasmissione
Il condensatore C5 isola l'amplificatore da eventuali componenti continue provenienti dal mixer. Nessun condensatore è presente in serie a R3 perché il mixer deve fornire anche una tensione continua utile al funzionamento dell'amplificatore operazionale.



Per il test, senza la parte mixer funzionante, occorre simulare tale tensione continua con un potenziometro come indicato in figura. Il centrale del potenziometro andrà collegato al terminale libero di R3, un terminale a massa e l'atro alla alimentazione. Il potenziometro va regolato a metà, infatti sul terminale libero di R3 ci deve essere una tensione metà di quella di alimentazione.
Per completare il test occorre alimentare C5 con un segnale sinusoidale a bassa frequenza (500 – 1000 Hz) e tensione di pochi mV. Con un oscilloscopio o un multimetro verificare il segnale di uscita. Una errata regolazione del potenziometro comporta un segnale di uscita tagliato o nella parte superiore o nella parte inferiore,

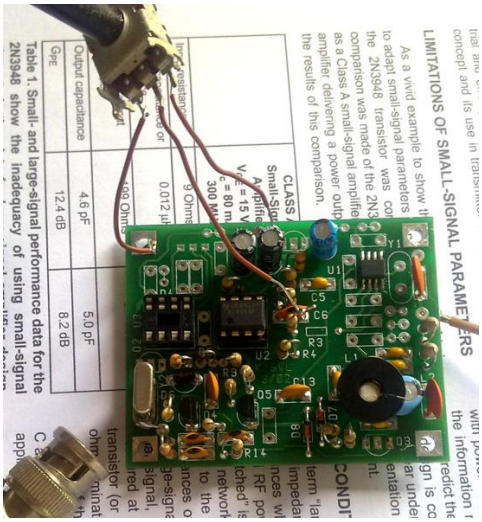


Il rapporto fra la tensione di uscita, 1280mV (in giallo) e la tensione di ingresso, 4,97 mV indica una amplificazione superiore a 200. La differenza fra il valore stimato e quello reale è dovuto alla tolleranza delle resistenze.



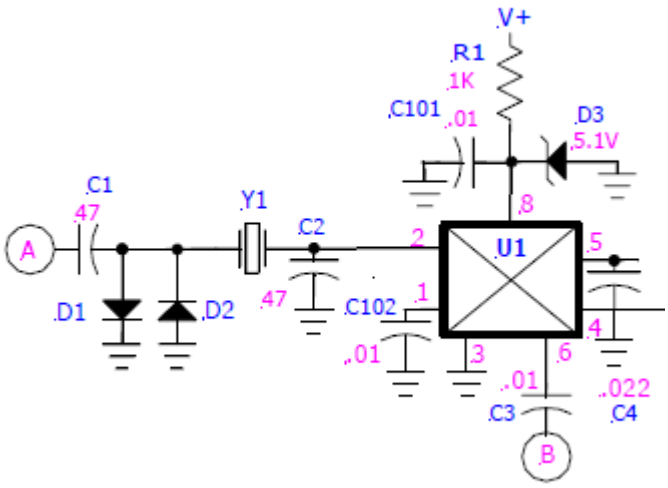
La 'tosatura del segnale di uscita (in giallo) è indice di una cattiva regolazione del potenziometro. L'amplificatore, comunque, funziona

In foto l'amplificatore montato con il potenziometro per il test.

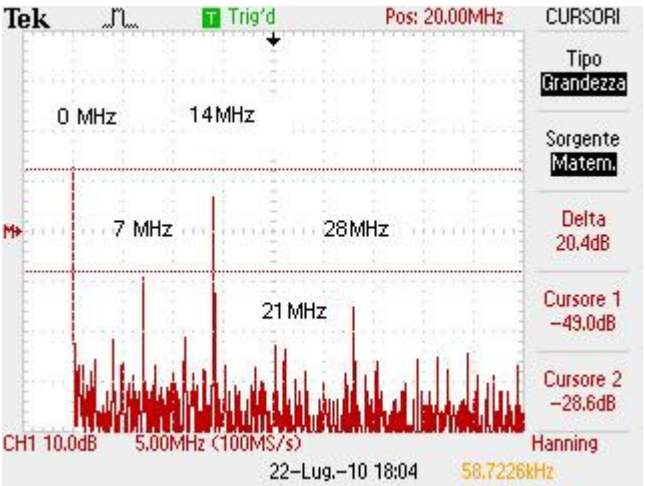


Il Mixer

Il terminale A è collegato al filtro P-greco. I due diodi, in antiparallelo limitano il massimo segnale in ingresso al mixer, Y1 funge da filtro.
R1 e D3 limitano la tensione del mixer a 5,1 Volt.
Il terminale B è l'ingresso dell'oscillatore locale. L'uscita del segnale dal mixer è sui piedini 5e 4 di U1. C4 elimina le frequenze alte, infatti il prodotto del mixer fra l'oscillatore locale e il segnale ricevuto, della stessa frequenza, sono il segnale somma e il segnale differenza. Il primo di frequenzacdi circa 14 MHz, il secondo a frequenza praticamente 0 (Banda Base). La reattanza di C4 a 7 MHz è di $Xc=1/(2\pi fC4)=1{,}03\Omega$ praticamente un corto circuito eliminando i prodotti del mixer indesiderati.

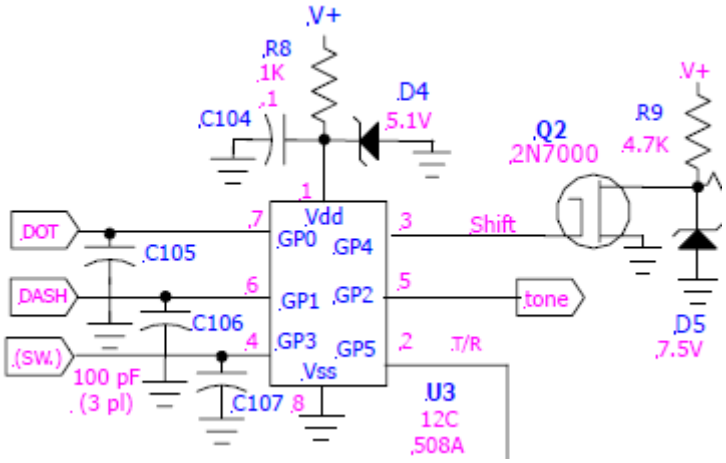


Il cablaggio è semplice. L'integrato U1 è già montato, basta montare i rimanenti componenti con attenzione alla polarità dei diodi.

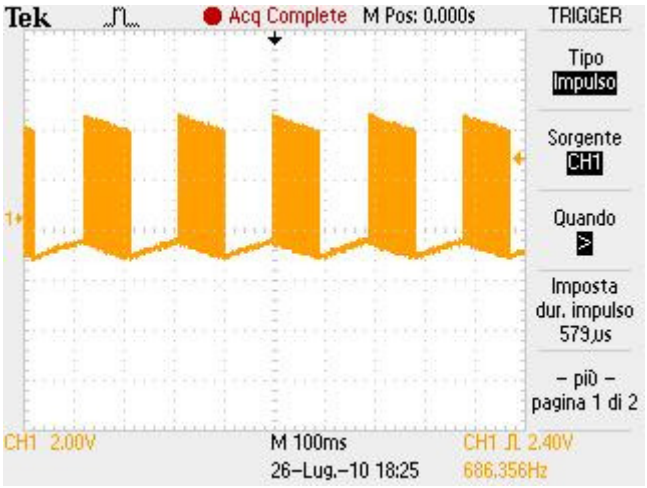


Il test del circuito richiede un oscillatore a 7 MHz o almeno un trasmettitore su tale frequenza. Con l'uso di un trasmettitore dovrebbe essere possibile ascoltarne il segnale in cuffia.
Disponendo di un analizzatore di spettro, senza C4 montato, è possibile evidenziare i vari segnali in uscita dal mixer.

Il Keyer



La parte fondamentale del keyer è il processore PIC 12C508A, fornito già programmato.
Saldare lo zoccolo di U3 e tutti i componenti ad esclusione di Q2.
Il test è semplice. I segnali DOT, DASH sono simulabili da un pulsante (a questi terminali va collegato il tasto orizzontale o verticale). Alla pressione di uno o dell'altro devono essere prodotti una serie di punti o di linee. Il segnale shift (pin3 del PIC) presenta un segnale on-off con il rimo dei punti o delle linee. Il segnale tone è una onda quadra a circa 700 Hz, con lo stesso ritmo dei punti o delle linee.

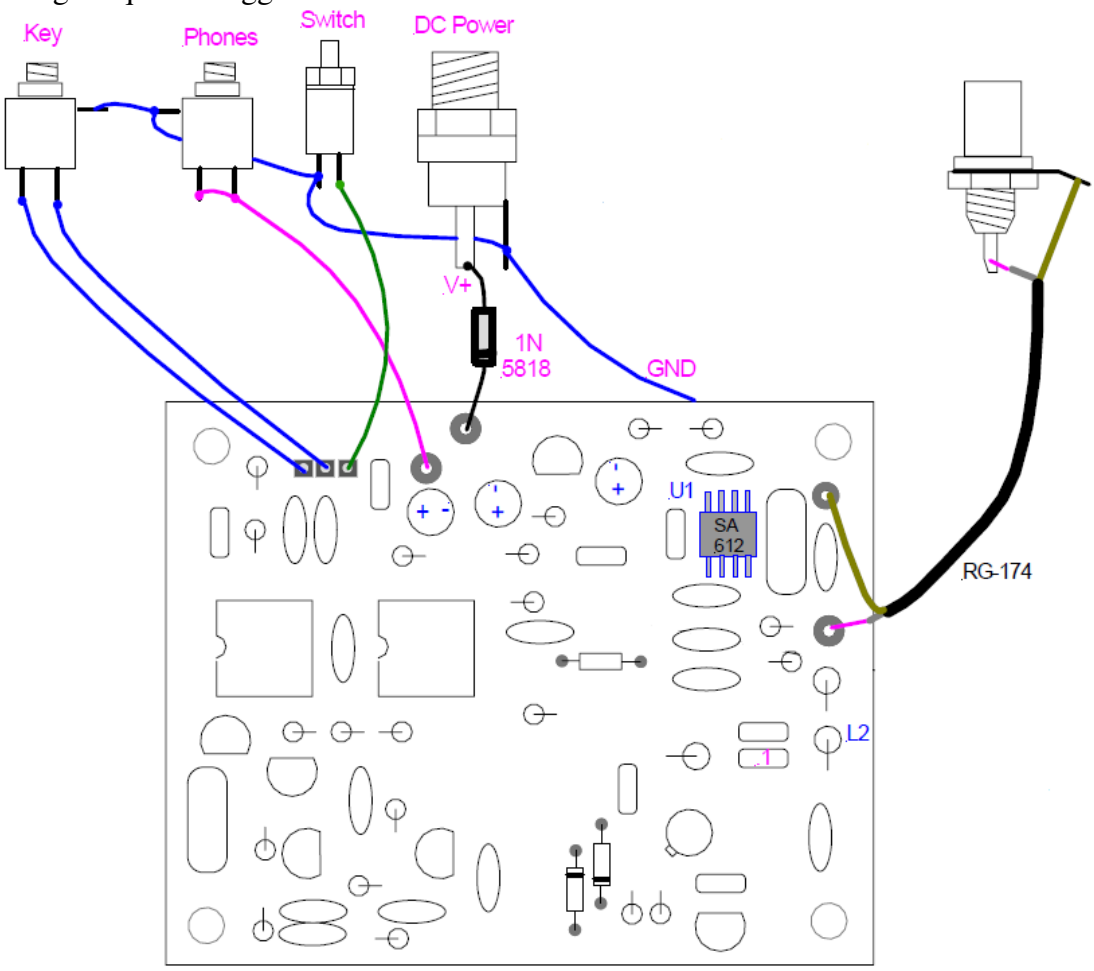


Tone serve per l'autoscolto durante la trasmissione.

Il segnale T/R commuta il circuito da trasmissione a ricezione. T/R è alto (+5V) in trasmissione e basso (massa) in ricezione.

Cablaggio finale

Non resta che montare io Mosfet Q1, Q2 e Q3 e fare un controllo finale.
Il circuito va poi montato un una piccola scatola. Sufficiente ampia per contenerlo assieme ad una pila quadra da 9Volt (il minimo pensabile come alimentazione)
Occorrono un paio di jack, preferibilmente da 4 mm, uno mono per l'auricolare e uno stereo per il tasto. Un pulsante per il comando SW del Keyer, che consente alcune configurazioni, come la modifica della velocità del keyer..
Un connettore BNC (o RCA) per l'antenna, Un interruttore e un led per l'accensione.
In figura quanto suggerito nella documentazione ufficiale



Se si usa una batteria interna da 9V, magari ricaricabile, il DC Power può essere realizzato in modo da disabilitare automaticamente la batteria interna (o magari ricaricarla) quando si inserisce l'alimentazione esterna. Specie con una alimentazione interna è consigliabile un interruttore, una spia di accensione e un diodo per la protezione contro l'inversione di polarità.

Poi... basta provare tutto dal vivo.

L’antenna.

Per le funzioni di ricezione l’antenna non crea particolari problemi, anche un lungo filo (in stile marconiano) con una buona terra consente di ricevere qualche segnale. In trasmissione occorre una antenna tarata per la frequenza del Kit. Anche una filare va bene, ma occorre che l’impedenza che l’antenna sia di 50 ohm: altrimenti il rischio è di distruggere il transistore finale (i costi dei danni sono minimi).
Il finale senza carico o con un carico fortemente disadattato funziona male e la potenza erogata crolla. Inoltre, una buona antenna migliora anche la ricezione.

I componenti

La documentazione ufficiale è ben fatta, ma in inglese. L’identificazione dei componenti è relativamente semplice e in internet si trovano numerose indicazioni. Impossibile è illustrare tutte le varianti di marchiatura e riconoscimento dei componenti., di seguito si fa un breve riassunto.

Resistenze

Si presentano in varie forme, ma quella più ricorrente è quella di un piccolo cilindro con due fili terminali alle estremità.
Caratteristiche più importanti, ma non le uniche, sono la massima potenza che la resistenza può dissipare e il valore della resistenza.
Molto comuni sono le resistenze da ½ W e da ¼ di W.
Il valore della resistenza è in ohm ed è riportato sul componente con delle fasce colorate. Ogni colore ha un valore numerico.
Normalmente le fasce sono 4: le prime tre indicano il valore, l’ultima la tolleranza.
Tolleranza molto comune è il 5% indicata con una fascia colorata oro.

Le prime due fasce indicano un valore, l’ultima un moltiplicatore.
La figura che segue riporta i codici colori:

Nella figura la resistenza indicata con i colori giallo (4), viola (7), rosso (2) e oro ha valore 47 x 100 = 4700 ohm tolleranza 5%.

Condensatori

I condensatori hanno vari forme, abbastanza comune sono quelli a forma di dico piatto o di cilindro.
Caratteristiche principali sono la capacità, misurata in Farad, la tensione massima di lavoro e la tolleranza. Alcuni condensatori, quelli elettrolitici, sono polarizzati, la tensione a cui sono sottoposti deve rispettare la polarità del condensatore.

I condensatori a dischetto hanno stampigliato il valore con tre cifre. Le prime due indicano il valore la terza cifra è un moltiplicatore. La capacità è espressa in picofarad.

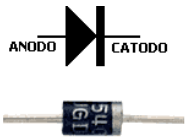
Ad esempio il valore 121 indica un condensatore da 12 x 10= 120 pF (il numero 1 indica la moltiplicazione per 10).
A volte i condensatori a dischetto hanno la parte alta colorata, abbastanza frequente è il colore nero che indica i condensatori NP0.

I condensatori con capacità più elevata riportano la capacità in nF o uF. Non è sempre immediato capire quale sottomultiplo usare, ma con un po' di esperienze si superano le difficoltà. L'uso di un capacimetro è spesso utile.

Induttanze

In molti casi sono simili alle resistenze e utilizzano gli stessi colori per definire il valore della induttanza, normalmente in microHenry.
Anche in questo caso le forme sono molteplici

Diodi



Sono spesso di forma cilindrica, in vetro o in resina nera. Ne esistono anche metallici ma sono normalmente destinati a correnti elevate: ampère o decine di ampère.
I diodi hanno una polarizzazione, il catodo è indicato con una fascetta nera o bianca. La sigla è normalmente stampigliata sul componente.
Una caratteristica importante è la massima corrente a cui il diodo può essere sotto posto.

I transistor

Di forme varie, ma per piccole potenze ha solitamente contenitore plastico o metallico e tre reofori. I terminali, collettore, base ed emettitore, cono riconoscibili dalla forma asimmetrica del contenitore. La sigla del componente è stampigliata sul contenitore e per l'effettivo riconoscimento della piedinatura occorre fare riferimento ai dati del costruttore.

Gli attrezzi

Un po' di abilità manuale è indispensabile, ma niente di eccezionale.
Per chi inizia a saldare è bene fare qualche prova con fili e piastrine millefori, prima di 'pasticciare' con il CS del Kit. E' facile, bastano poche prove.
Tutti gli attrezzi sono reperibili in negozi di elettronica o nelle fiere dedicate all'elettronica.

Per costruire il Kit servono pochi attrezzi.

- Un saldatore da 25-40 Watt, con punta fine
- Stagno[1] da 0,5 o 1 mm con anima disossidante
- Un tronchesino (o una forbice)
- Una pinza piccola
- Un tester

Utili, ma non indispensabili

- Una morsa piccola
- Treccia dissaldante[2] e pompetta per dissaldare.
- Un oscilloscopio
- Un generatore di segnali

[1] Attualmente le leghe di stagno contenente piombo sono bandite (direttiva RoHS -Restriction of Hazardous Substances-), ma lo stagno-piombo (60-40%) è più facile da fondere e da saldare. In molti negozi o fiere se trova ancora.
[2] Il CS è a doppia faccia con i fori metallizzati. Dissaldare (con una pompetta o la treccia dissaldante non è facile.