

Costruiamo il “pixie”

Una introduzione al mondo
dell’elettronica attraverso un kit

I8ZSE – Giorgio Leo Rutigliano

Lic. Creative Commons CC-BY-SA



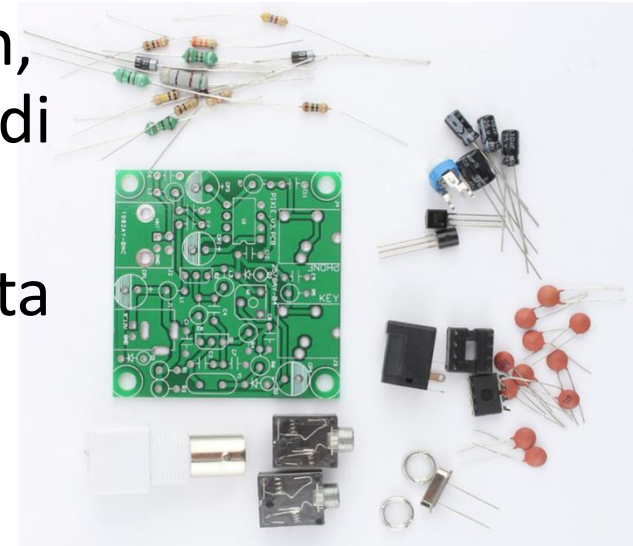
Benvenuti

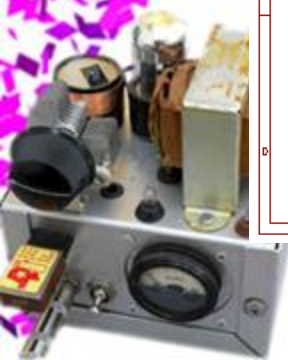
- Benvenuti!
- Lo scopo di questi incontri:
- Panoramica dei principi dell'elettronica
- Imparare a riconoscere i componenti
- Capire il funzionamento del Pixie
- Costruire il Pixie
- Effettuare un semplice collegamento morse



Il Pixie

- E' stato progettato da Dave Joseph, W7AMX, modificando il Micro-80 di RV3GM
- Con solo due transistor implementa un ricetrasmittitore morse
- Può operare su 80m e 40m adattando alcuni componenti
- Non impiega componenti particolari ed è estremamente semplice ed economico da costruire
- E' facile trovare 'kit' per circa 5€

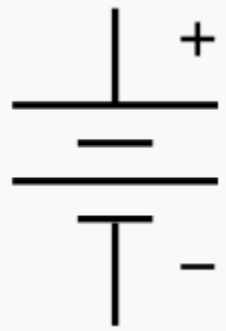
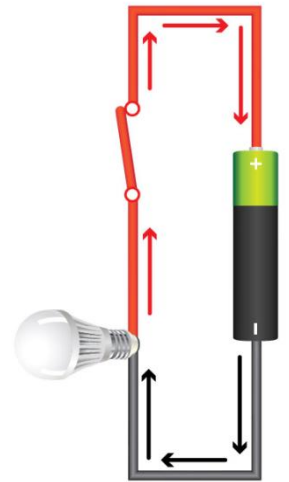




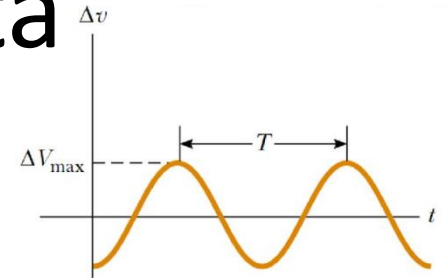
Id: L/L

Corrente continua

- La corrente continua è un flusso di elettroni costante nel tempo ed unidirezionale
- La batteria è un esempio di sorgente in corrente continua
- La differenza di potenziale elettrico fra i due elettrodi è chiamata **tensione**
- La quantità di energia che scorre fra i due elettrodi è chiamata **corrente**
- In un paragone idrico, tensione è analogo alla pressione, la corrente alla portata



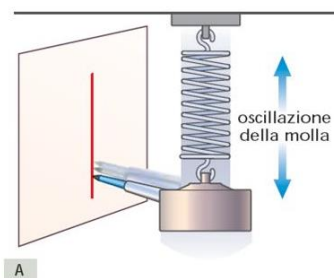
Corrente alternata



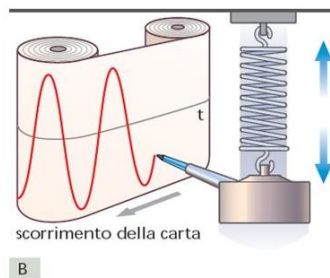
- Nella corrente alternata, invece, il flusso è un succedersi di pulsazioni positive e negative
- La tensione nominale è misurata sulle creste
- Il numero di pulsazioni al secondo è chiamata frequenza
- L'andamento standard segue una curva chiamata sinusoidale



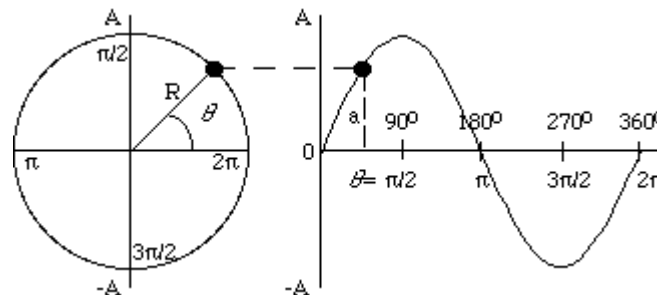
Sinusoide



Foglio fermo



Foglio in moto a v costante



- La 'sinusoide' è la rappresentazione grafica delle oscillazioni
- E' complesso ricrearla artificialmente
- Ogni alterazione della forma dell'onda è chiamata 'distorsione'
- Le distorsioni hanno effetti negativi



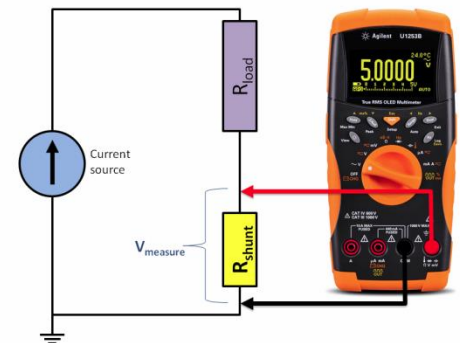
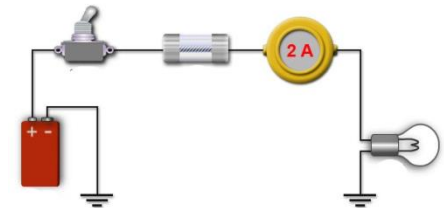
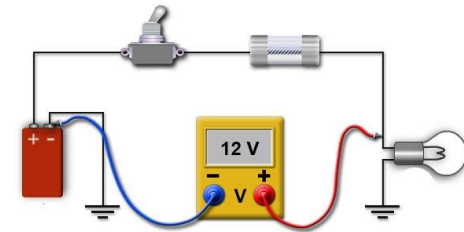
Corrente alternata e radio

- Sono due elementi connessi intrinsecamente
- La 'radio' nasce da una corrente alternata, prodotta dal trasmettitore
- Questa corrente viene trasferita all'antenna, che opera come trasduttore
- L'antenna trasforma l'energia della corrente elettrica in campo elettromagnetico
- Il campo elettromagnetico si dirama dall'antenna verso i ricevitori



Unità di misura

- La tensione viene misurata in **Volt**
- La **corrente** che scorre in un circuito è legata alla sua *resistenza*, e si misura in **Ampere**
- La **resistenza** si misura in ohm Ω
- La potenza si misura in **Watt** ed è il prodotto di Volt x Ampere
- Ci sono formule per ricavare una grandezza incognita dalle altre.



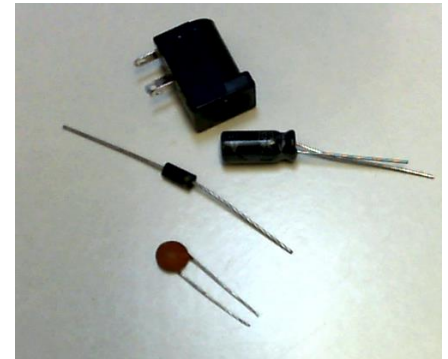
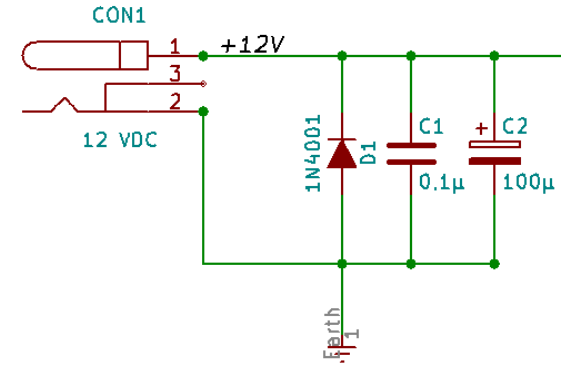
Il Pixie: alimentazione

- Ogni apparecchiatura 'attiva' per funzionare ha bisogno di energia
- I circuiti elettronici sono progettati per funzionare entro determinati limiti
- Il pixie è progettato per funzionare da 9 a 12 Volt in corrente continua (da batteria)
- La stabilità (e la qualità) delle alimentazioni è un fattore importante nei circuiti elettronici



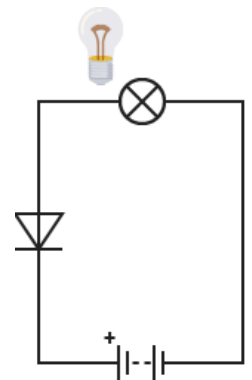
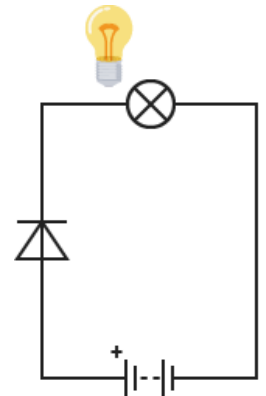
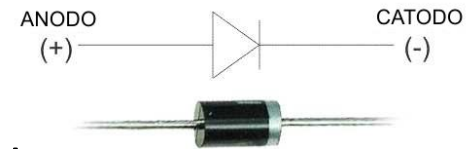
Pixie: lo stadio di alimentazione

- 4 componenti
- D1 è un **diodo 1N4001**
- C1 è un **condensatore ceramico** da 100nF
- C2 è un **condensatore elettrolitico** da 100 μ F (μ F)



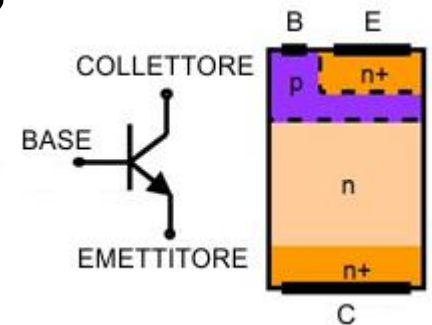
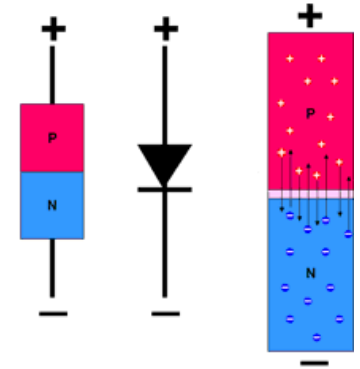
Il Diodo

- È il nostro primo **semiconduttore**
- È un componente passivo che serve a permettere il flusso di corrente in un solo verso
- Se l'anodo è polarizzato positivamente la corrente attraversa il diodo
- Se l'anodo è polarizzato negativamente, non c'è passaggio di corrente
- Il diodo è caratterizzato da tensione e corrente massima
- Esistono famiglie di diodi con caratteristiche accessorie
- I semiconduttori sono individuati da una scritta presente sull'involucro
- Nei diodi il catodo (k) è identificato da un anello



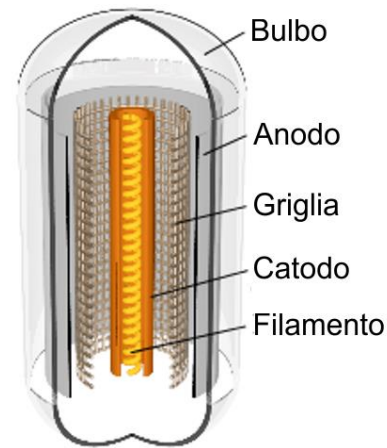
Semiconduttori

- Sono i mattoni dell'elettronica moderna
- Sono costituiti dalla **giunzione** di elementi impuri ('drogati')
- L'impurità determina la polarità, le giunzioni **n** hanno un eccesso di elettroni, le **p** una carenza
- I diodi hanno due giunzioni (**pn**)
- I transistor bipolari ne hanno 3 (pnp o npn) e sono componenti **attivi**.
- La polarizzazione della **base** determina il flusso di corrente negli altri due terminali
- Mantenendo il paragone idrico, funziona come una sorta di rubinetto.



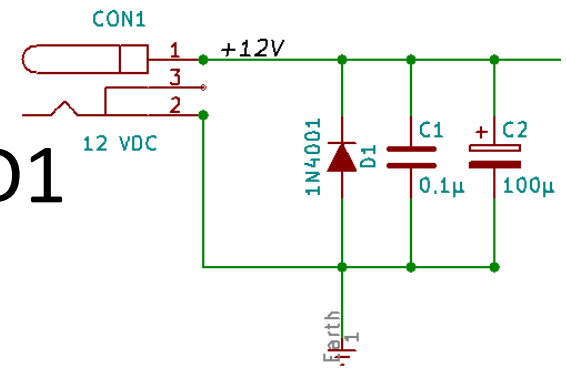
Un cenno storico

- Prima dei transistor si usavano i **tubi a vuoto**
- La logica era sempre quella di trasportare elettroni in un solo senso
- Il flusso era generato riscaldando una placca metallica (catodo)
- Il regolatore era costituito da una o più griglie
- Una ulteriore placca raccoglieva gli elettroni (anodo)



Il diodo D1

- Nel pixie ha una funzione di **protezione**
- Invertendo le alimentazioni i componenti polarizzati potrebbero danneggiarsi o distruggersi
- Con la giusta alimentazione D1 è **inattivo**
- Ad alimentazione invertita, D1 invece conduce, **cortocircuitando la linea.**



I condensatori



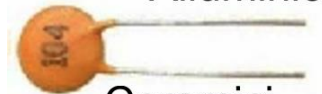
- Il condensatore è un componente passivo che accumula una piccola quantità di energia in un campo elettrico
- E' realizzato con due strati conduttori separati da un isolante (dielettrico)
- Lo strato impedisce il passaggio della corrente continua
- La **capacità** è quantità di energia in grado di essere accumulata, si misura in Farad
- Questa caratteristica consente il passaggio della corrente alternata
- Possono essere **polarizzati**
- I dati salienti sono riportati sull'involucro



Poliestere



Alluminio



Ceramici



Poli
propilene



Tantalio



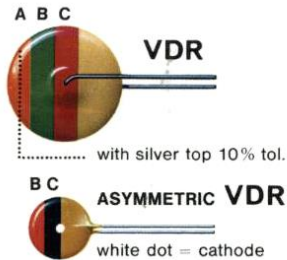
Multipli e sottomultipli

- Il Farad è un valore troppo grande per un uso pratico
- Nella pratica si usano multipli e sottomultipli delle unità base
- È importante avere presente le relazioni fra un prefisso e l'altro
- Si passa da uno all'altro moltiplicando o dividendo per 1000



k	Kilo	1,000	m	Milli	1/1,000
M	Mega	1,000,000	μ	Micro	1/1,000,000
G	Giga	1,000,000,000	n	Nano	1/1,000,000,000
T	Tera	1,000,000,000,000	p	Pico	1/1,000,000,000,000

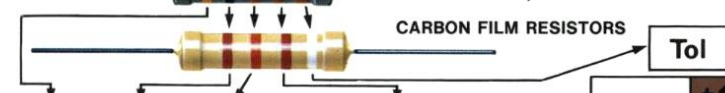
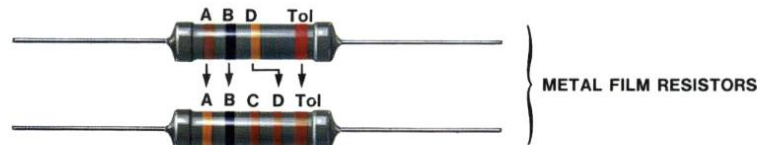
La codifica a colori



MINIATURE CERAMIC
PLATE TUNING
CAPACITORS (CLASS I):
 $\pm 2\%$

TC

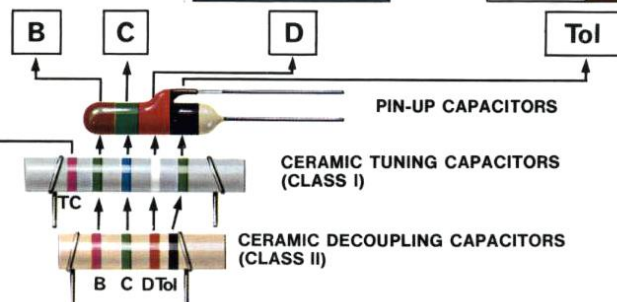
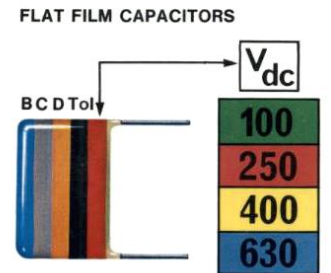
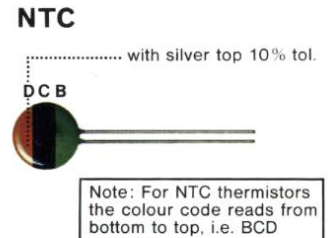
$+100 \times 10^{-6}$	
0×10^{-6}	
-75×10^{-6}	
-150×10^{-6}	
-220×10^{-6}	
-330×10^{-6}	
-470×10^{-6}	
-750×10^{-6}	
-1500×10^{-6}	



A	B	C	D
0	0	0	$\times 1 \Omega / pF$
1	1	1	$\times 10$
2	2	2	$\times 100$
3	3	3	$\times 1K$
4	4	4	$\times 10K$
5	5	5	$\times 100K$
6	6	6	$\times 1M$
7	7	7	$\times 0.1pF$
8	8	8	$\times 0.01pF$
9	9	9	$\times 0.1 \Omega$
			$\times 0.01 \Omega$

R	$\pm 1\%$
	$\pm 2\%$
	$\pm 5\%$
	$\pm 10\%$
$C > 10pF$	$\pm 20\%$
	$\pm 10\%$
	$\pm 5\%$
	$\pm 2\%$
	$\pm 1\%$
$C < 10pF$	$\pm 1pF$
	$\pm 0.5pF$
	$\pm 0.25pF$
	$\pm 0.1pF$

Note: The absence of a tolerance band indicates $\pm 20\%$ tolerance for resistors; for capacitors refer to data on specific types.



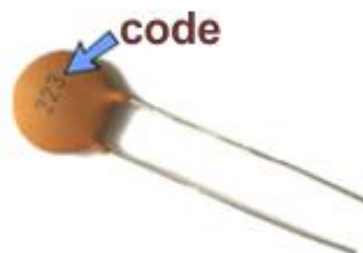
La codifica stampigliata

1 microfarad (1uF) = 10^{-6} F (0.000001F)
1 nanofarad (1nF) = 10^{-9} F (0.000000001F)
1 picofarad (1pF) = 10^{-12} F (0.000000000001F)

pF	nF	uF	Code
10	0.01	-	100
15	0.015	-	150
47	0.047	-	470
82	0.082	-	820
100	0.1	-	101
330	0.33	-	331
470	0.47	0.00047	471
1000	1.0	0.001	102
1500	1.5	0.0015	152
2200	2.2	0.0022	222
4700	4.7	0.0047	472
6800	6.8	0.0068	682
10,000	10	0.01	103
22,000	22	0.022	223
47,000	47	0.047	473
100,000	100	0.1	104
220,000	220	0.22	224
470,000	470	0.47	474

Condensatori

ceramici



elettrolitici



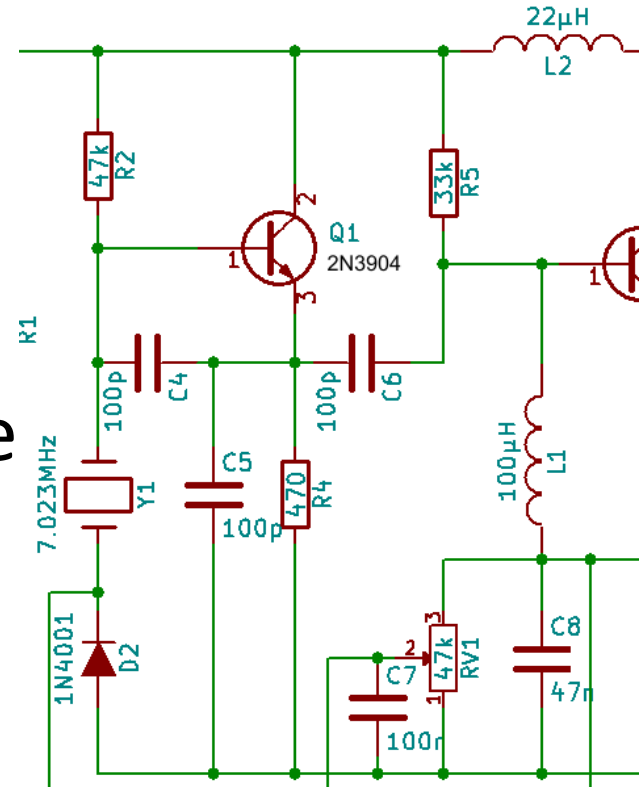
Perché due condensatori?

- Due condensatori in parallelo sommano le loro capacità
- Tutti i componenti non sono 'puri'
- Nello specifico gli elettrolitici minimizzano le fluttuazioni di tensione, ma non sono adatti a ridurre il rumore ad alta frequenza
- I condensatori ceramici riducono il rumore, ma non le fluttuazioni di tensione
- I due componenti quindi hanno funzioni diverse



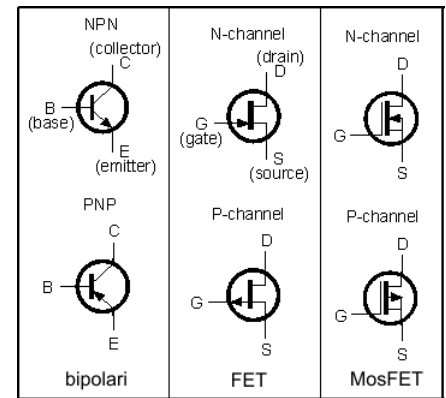
L'oscillatore

- È il 'cuore' del pixie
- Genera un segnale sinusoidale alla frequenza operativa
- La generazione deve essere il più possibile **stabile** in frequenza
- L'elemento attivo è un **transistor**



Il Transistor

- E' un semiconduttore attivo
- Raggruppa moltissime famiglie di componenti molto diverse fra loro
- Può essere usato per amplificazione o per commutazione
- Esistono migliaia di transistor con caratteristiche elettriche e meccaniche differenti
- Ogni componente ha una documentazione specifica (data-sheet) che ne illustra le caratteristiche.



PinOut

- Molte delle caratteristiche servono in fase di progettazione
- Una è fondamentale in fase di assemblaggio: il pinout
- Anche nei kit, **verificate sempre** la corretta disposizione dei pin



2N3904

SMALL SIGNAL NPN TRANSISTOR

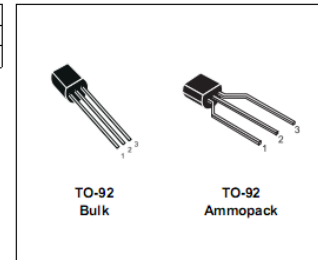
PRELIMINARY DATA

Ordering Code	Marking	Package / Shipment
2N3904	2N3904	TO-92 / Bulk
2N3904-AP	2N3904	TO-92 / Ammo pack

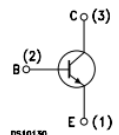
- SILICON EPITAXIAL PLANAR NPN TRANSISTOR
- TO-92 PACKAGE SUITABLE FOR THROUGH-HOLE PCB ASSEMBLY
- THE PNP COMPLEMENTARY TYPE IS 2N3906

APPLICATIONS

- WELL SUITABLE FOR TV AND HOME APPLIANCE EQUIPMENT
- SMALL LOAD SWITCH TRANSISTOR WITH HIGH GAIN AND LOW SATURATION VOLTAGE



INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM

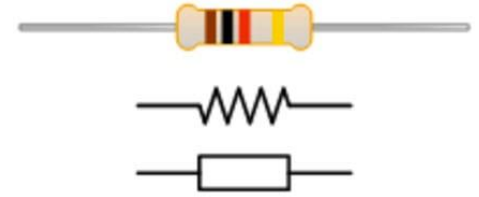


DS16130

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CE0}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	60	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage ($I_E = 0$)	40	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	6	V
I_C	Collector Current	200	mA
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C = 25^\circ\text{C}$	625	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150	$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150	$^\circ\text{C}$

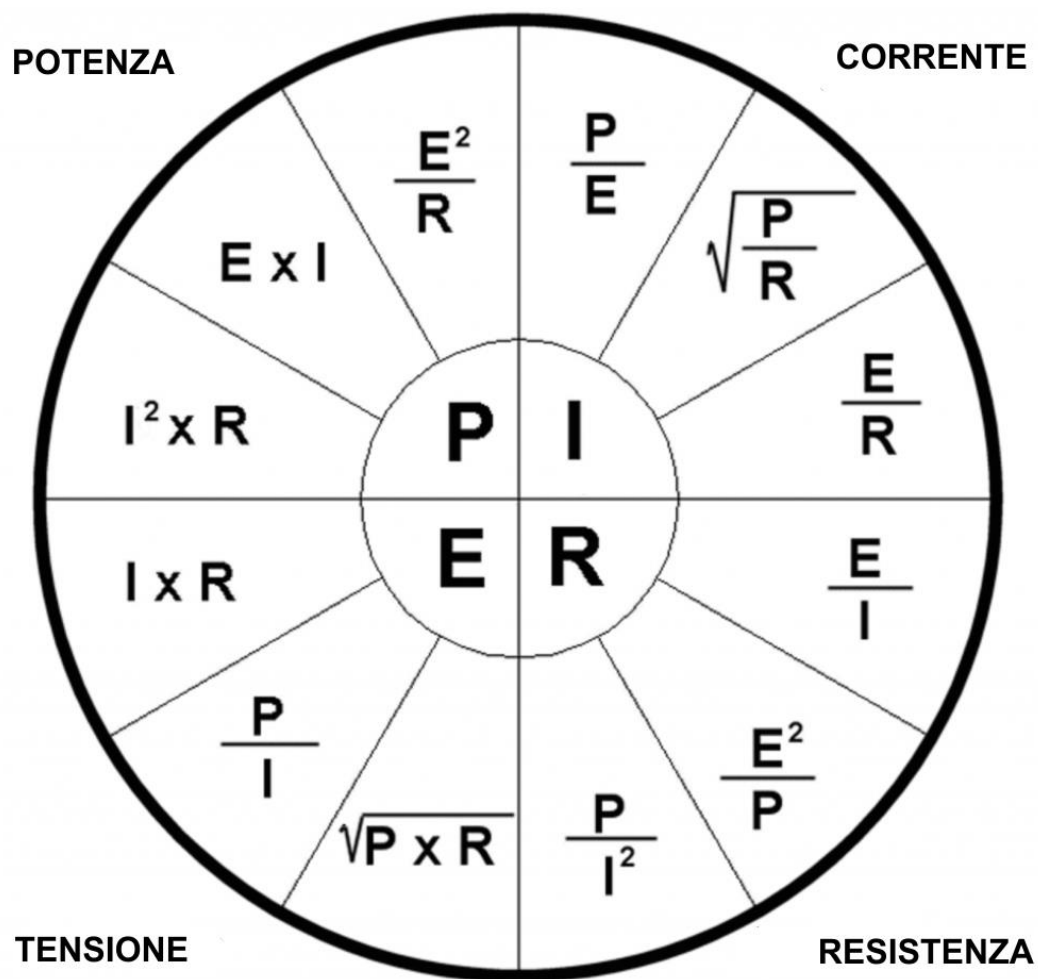
Il resistore



- E' un componente che oppone resistenza al passaggio della corrente
- Ha tantissimi usi in elettronica dato che resistenza, tensione e corrente sono in stretta relazione fra loro (legge di Ohm)
- Per questo esistono tantissime tipologie di prodotto
- Trimmer e potenziometri sono resistori variabili.
- Anche in questo caso, non sono componenti 'puri'.

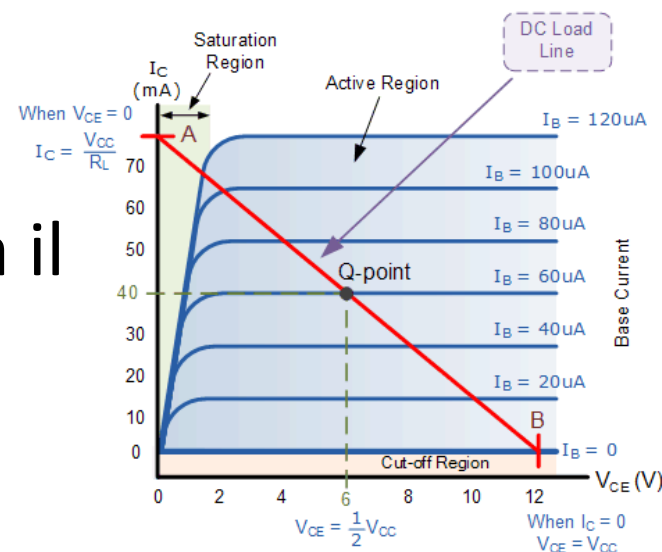
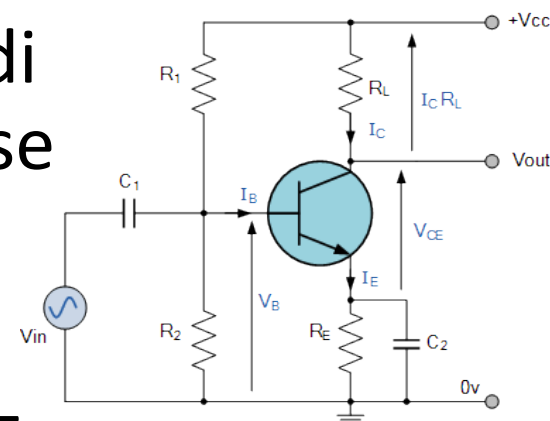


Legge di Ohm

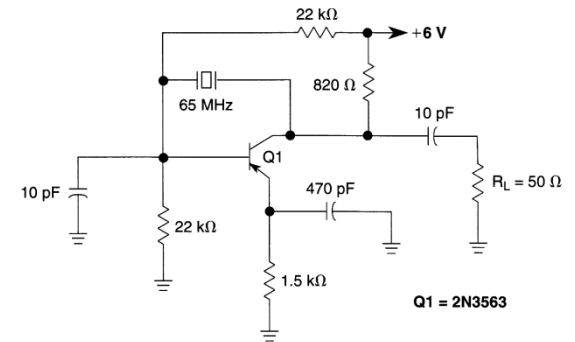
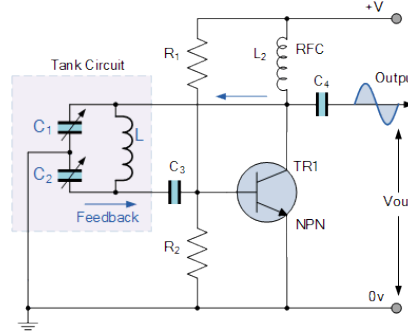
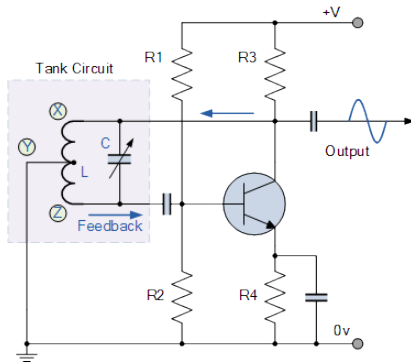


Il transistor come amplificatore

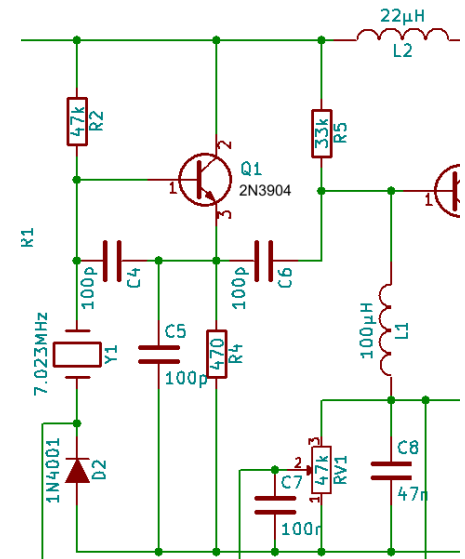
- R1 e R2 formano un partitore di tensione, per polarizzare la base
- RL determina la corrente che passa attraverso il collettore
- C2 mette a massa il segnale, RE serve a stabilizzare la polarizzazione
- Variando i valori di R si sposta il transistor in diverse zone di operatività della curva caratteristica



Oscillatori

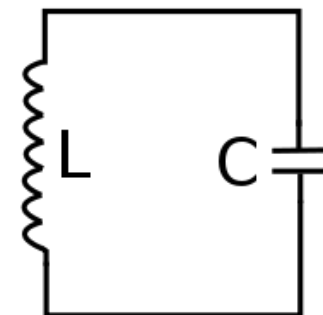


- Un oscillatore è un amplificatore in cui una porzione dell'uscita è trasferita all'ingresso
- Tre sono i circuiti 'standard'
- Hartley
- Collpits
- Pierce
- Pixie utilizza un oscillatore Collpits stabilizzato da un quarzo



Determinazione della frequenza

- Serve un meccanismo per determinare la frequenza di funzionamento dell'oscillatore
- Il metodo più semplice è quello di utilizzare un circuito accordato
- E' l'accoppiamento di due componenti
- Un condensatore 'C'
- Un induttore 'L'
- Sono proprio chiamati circuiti 'L-C'



Induttore

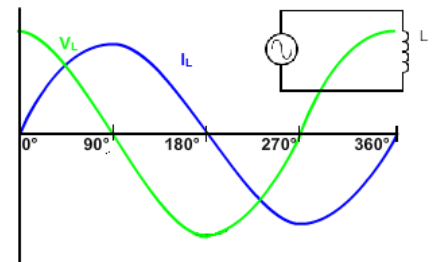
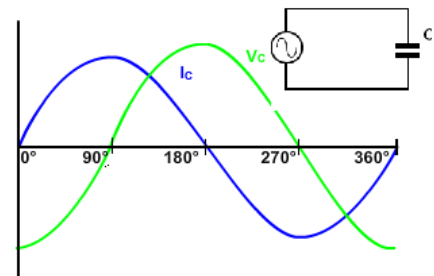
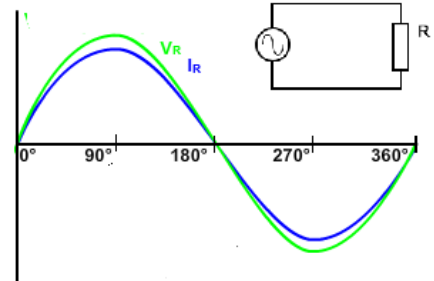


- L'induttore è un componente passivo che accumula una piccola quantità di energia in un campo magnetico
- E' realizzato con delle spirali di filo elettrico, avvolte in aria o su materiali ferromagnetici (es. ferrite)
- L' **induttanza** si misura in **Henry**
- Vi sono varie 'misure' commerciali, ma spesso in ambito radio vengono avvolte manualmente



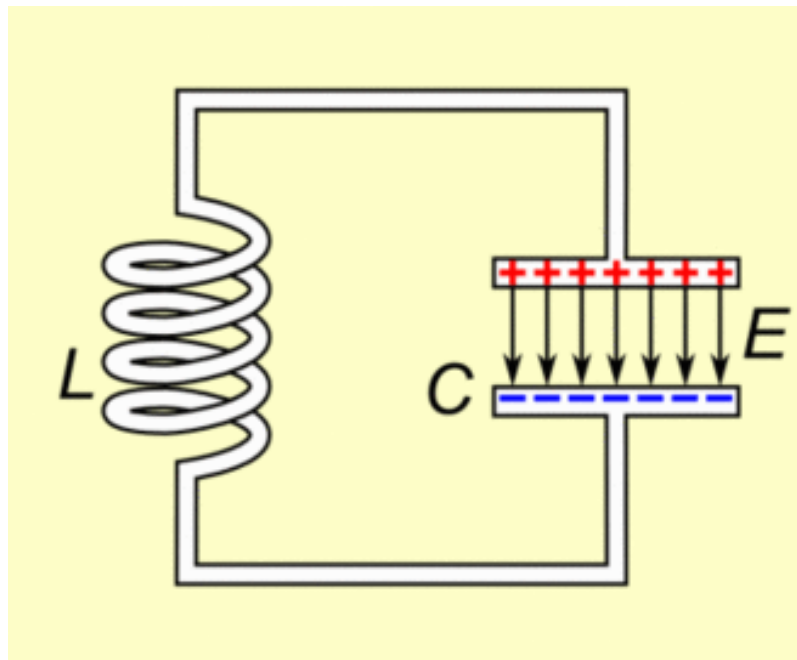
Fase e reattanza

- Corrente e tensione su carico resistivo seguono lo stesso andamento (sono in 'fase')
- La reattanza (induttiva o capacitiva) produce uno sfasamento fra tensione e corrente
- Lo sfasamento è in un senso o nell'altro a seconda se la corrente attraversa un condensatore o un induttore



Circuito LC

- Questo diverso scostamento fra tensione e corrente fa sì che un circuito LC si comporti come in questa animazione



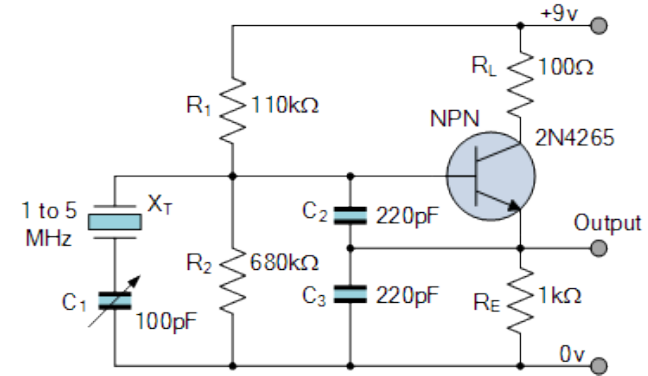
Circuito LC

- Dimensionando correttamente L e C è possibile determinare la frequenza di risonanza
- Un circuito LC non è però sufficientemente 'stabile' per pilotare un trasmettitore in CW
- E' influenzato da elementi 'parassiti'
- I componenti sono anche sensibili alla temperatura operativa
- Come sorgente 'stabile' pixie utilizza un **quarzo**



Collpits XO

- Nel circuito Collpits il quarzo sostituisce il gruppo LC
- In questo schema in serie al quarzo vi è un piccolo condensatore variabile
- Variando la capacità si ottiene un ridotto spostamento della frequenza di oscillazione
- Questo tipo di circuito è chiamato VXO



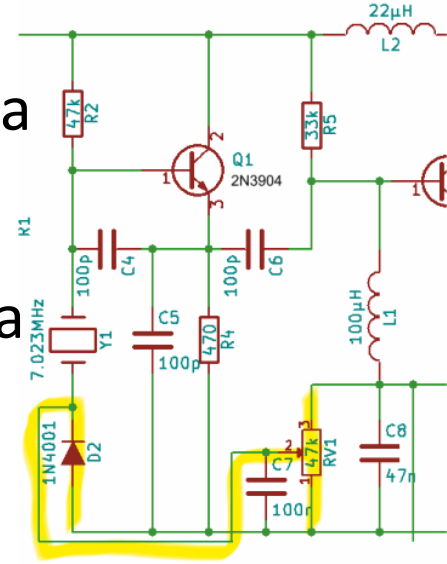
Quarzo



- E' un componente che sfrutta le caratteristiche piezoelettriche di alcuni materiali per stabilizzare un oscillatore
- Una lamina di quarzo è l'elemento più comunemente usato, e le sue caratteristiche meccaniche determinano la frequenza di risonanza
- Oggi si usano anche materiali ceramici con caratteristiche simili a quelle del quarzo
- Gli oscillatori al quarzo (XO) sono sufficientemente stabili, ma per maggiore precisione possono essere stabilizzati in temperatura

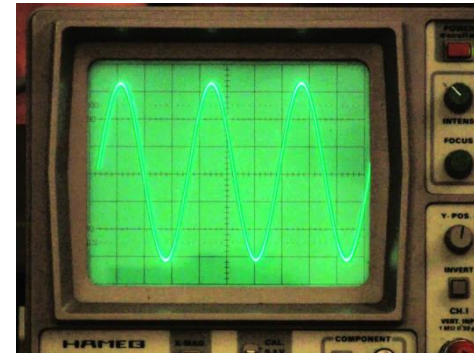


-



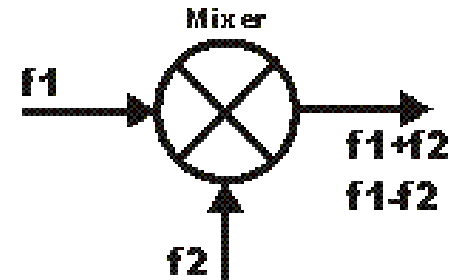
Oscillazione

- Collegando un oscilloscopio sull'emettitore di Q1 è possibile visualizzare la forma d'onda generata dall'oscillatore
- E' in buona approssimazione una sinusoide
- Sintonizzando un ricevitore nelle vicinanze sarà possibile ascoltare l'emissione del circuito
- Come fa un 'fischio' a consentire di ricevere i segnali radio?

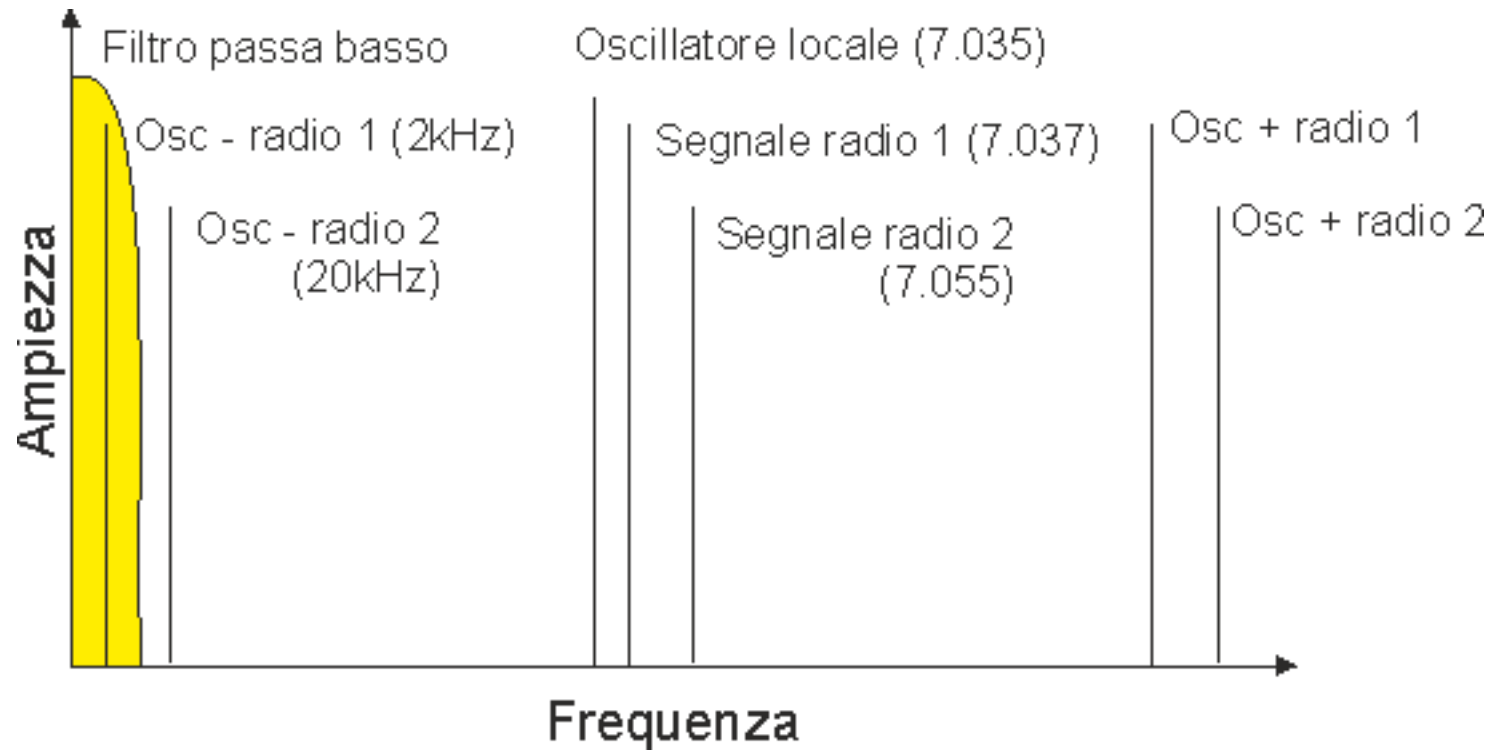


Conversione diretta

- Miscelando due segnali si generano, fra gli altri, anche i segnali **somma** e **differenza**.
- In un ricevitore a conversione diretta si miscela il segnale captato dall'antenna con quello proveniente dall'**oscillatore locale**
- All'uscita sarà sufficiente un filtro per scartare il segnale differenza (frequenza acustica) da quello somma ($2 \times f_x$)

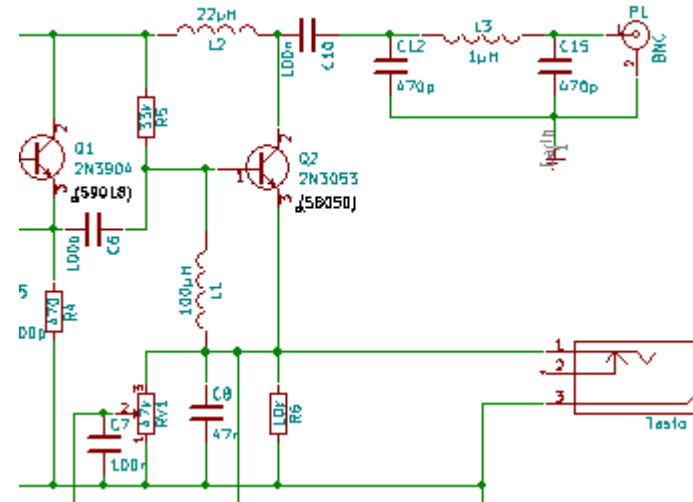


Somma e differenza



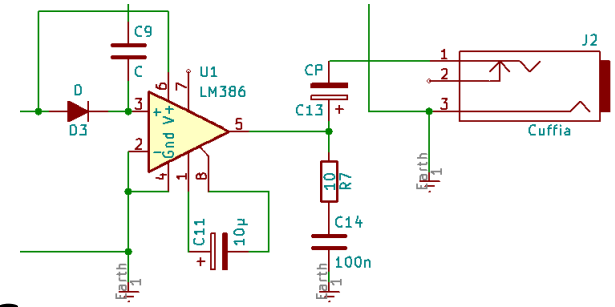
Il Mixer del Pixie

- La miscelazione viene fatta da Q2
- Il segnale dell'oscillatore è iniettato sulla base da C6
- Il segnale in antenna entra dal collettore via C10
- Il risultato della miscelazione è presente ai capi di C8/R6
- Trascuriamo C12/L3/C15
- L2 è una impedenza di blocco per alimentare Q2
- Non c'è un filtro passa basso realizzato con componenti passivi.



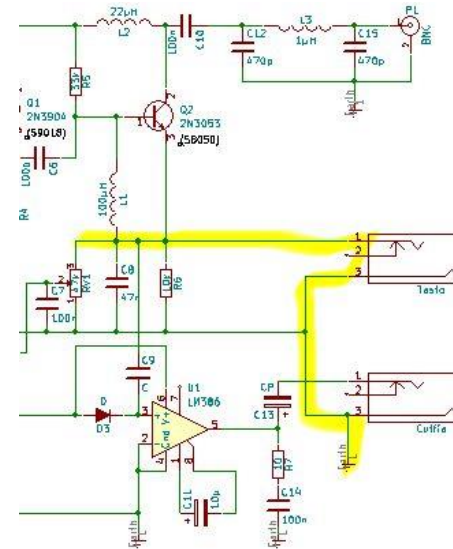
Audio

- L'amplificazione audio è affidata ad un circuito integrato specializzato: LM386
- I componenti sono quelli previsti dalle note applicative dell'IC
- Il valore di C11 regola il guadagno (circa 200) dell'amplificatore
- Anche l'amplificatore non ha un filtro passa basso, né un regolatore di volume
- Il 'filtraggio' è affidato alla risposta del trasduttore finale (cuffie o altoparlante)

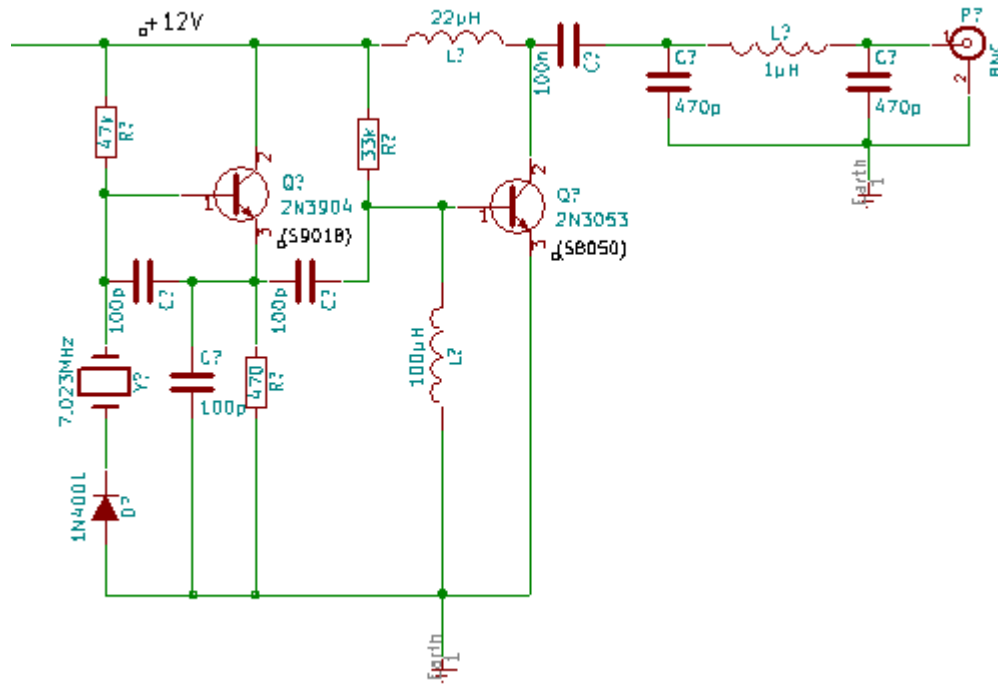


E in trasmissione?

- La pressione del tasto mette a massa la linea evidenziata
- Porta a zero la tensione ai capi di RV1
- Aumenta la corrente di collettore in Q2, e cambia la classe di amplificazione
- Chiude a massa la linea che porta il segnale audio all'IC di amplificazione

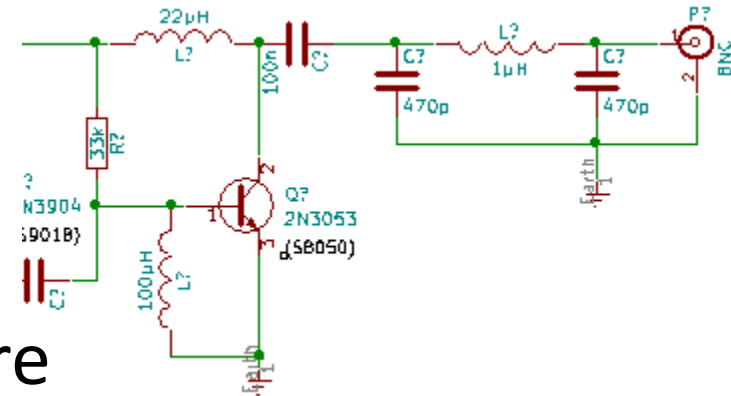


Il 'trasmettitore' del Pixie



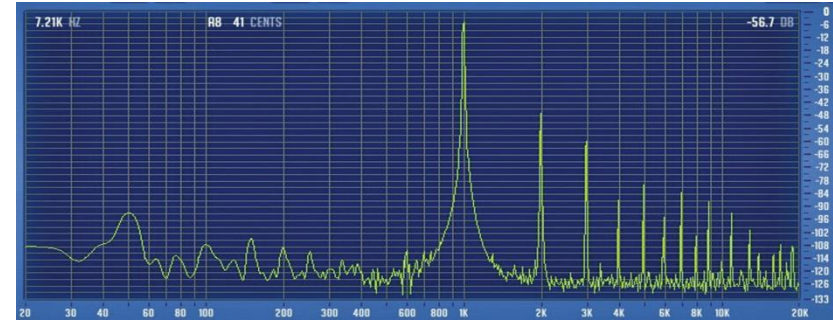
P.A.

- Q2 da mixer diventa P.A.
- Amplifica il segnale presente alla base e lo mette in uscita sul collettore
- I due induttori servono a polarizzare il transistor
- Il segnale (circa 800mW) è portato verso l'antenna dal condensatore da 100nF
- Risultato: modificando la tensione su una linea gli stessi componenti cambiano drasticamente il comportamento



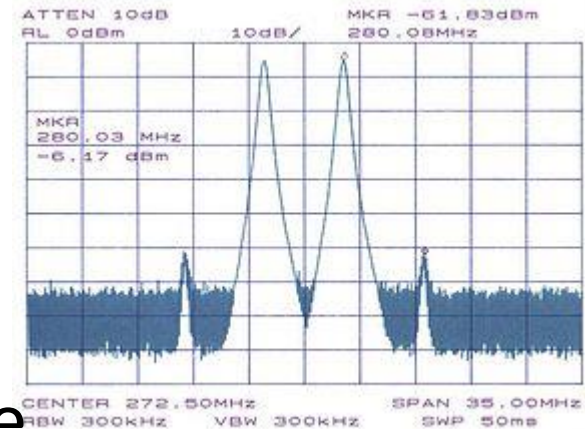
Armoniche

- Una sinusoide è un segnale spettralmente puro
- Ogni deformazione (distorsione) del segnale provoca la produzione di **armoniche**
- E' complesso produrre un segnale puramente sinusoidale
- E' altrettanto complesso realizzare circuiti di amplificazione perfettamente lineari
- Praticamente ogni sistema elettronico ha un contenuto, anche minimo, di armoniche
- Il contenuto di armoniche o di spurie deve essere tenuto sotto controllo in ogni trasmettitore



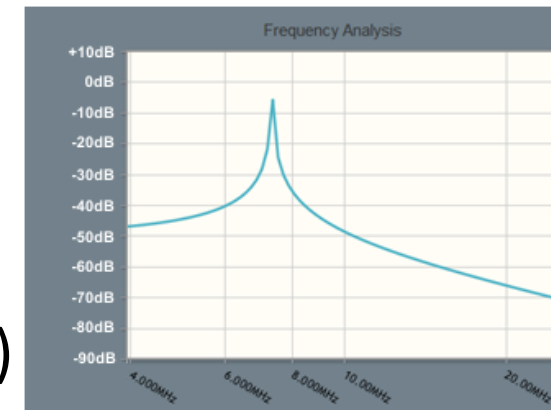
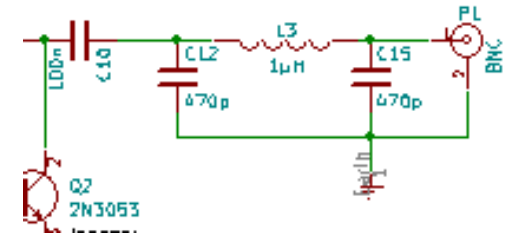
Intermodulazione

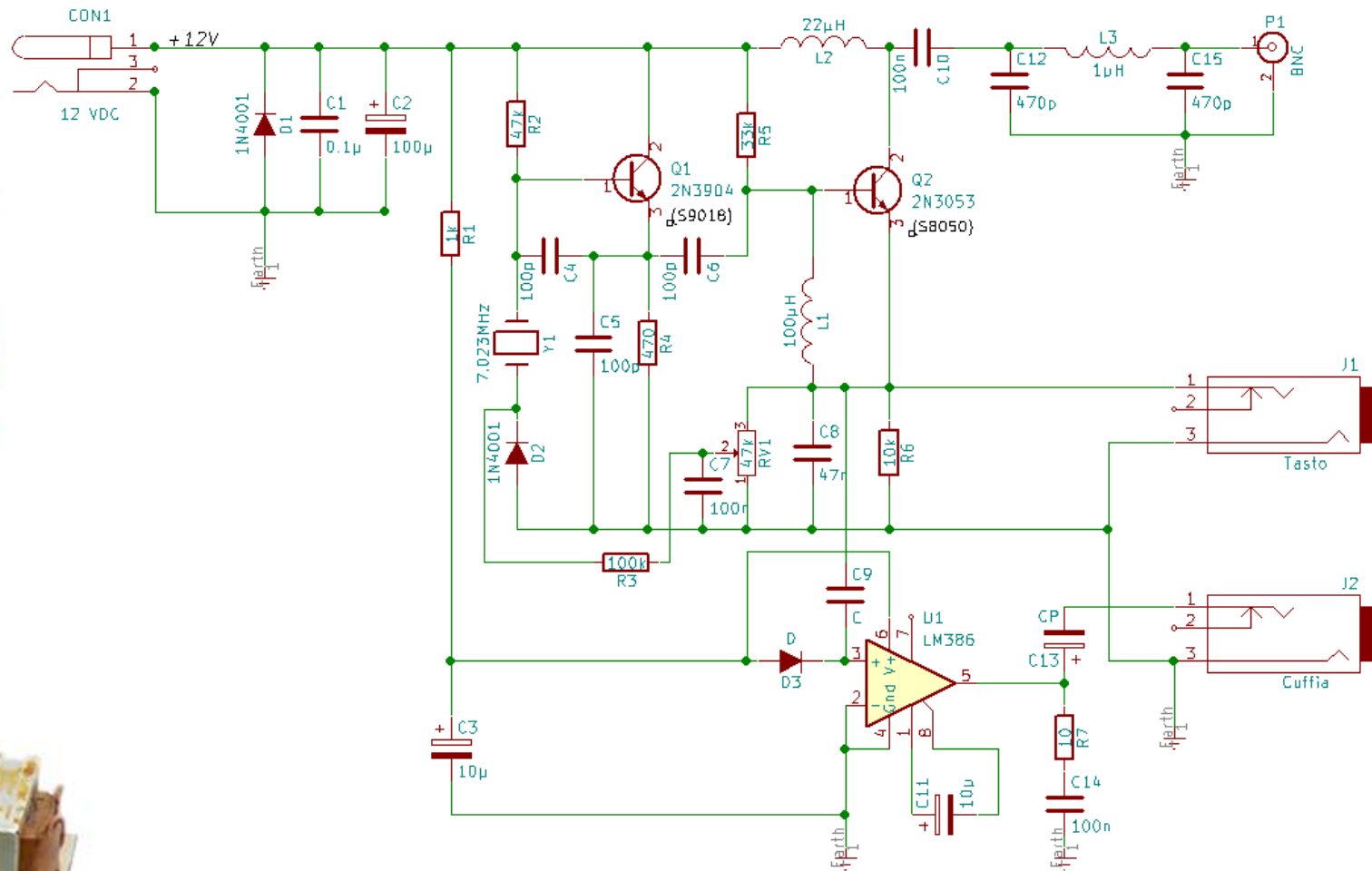
- Quando si manipolano più segnali attraverso dispositivi non perfettamente lineari si può produrre intermodulazione
- Il risultato è la presenza di segnali spuri e non desiderati
- L'intermodulazione ha effetti negativi soprattutto nei ricevitori
- Nei trasmettitori è necessario minimizzarne la presenza, come per le armoniche.



Pi-greco

- Nel pixie i segnali spuri sono limitati dal un filtro a pi-greco.
- E' un circuito risonante passabanda
- E' calcolato per risuonare alla frequenza di lavoro
- Funziona sia in trasmissione che in ricezione
- L'attenuazione si misura in decibel (dB)
- Il dB non è una unità di misura, ma una scala logaritmica che misura dei rapporti fra grandezze
- +3dB equivalgono a raddoppiare una potenza
- +6dB equivalgono a raddoppiare una tensione
- Ogni punto-S equivale a 6dB, con l'S9 a 50 μ V (HF)

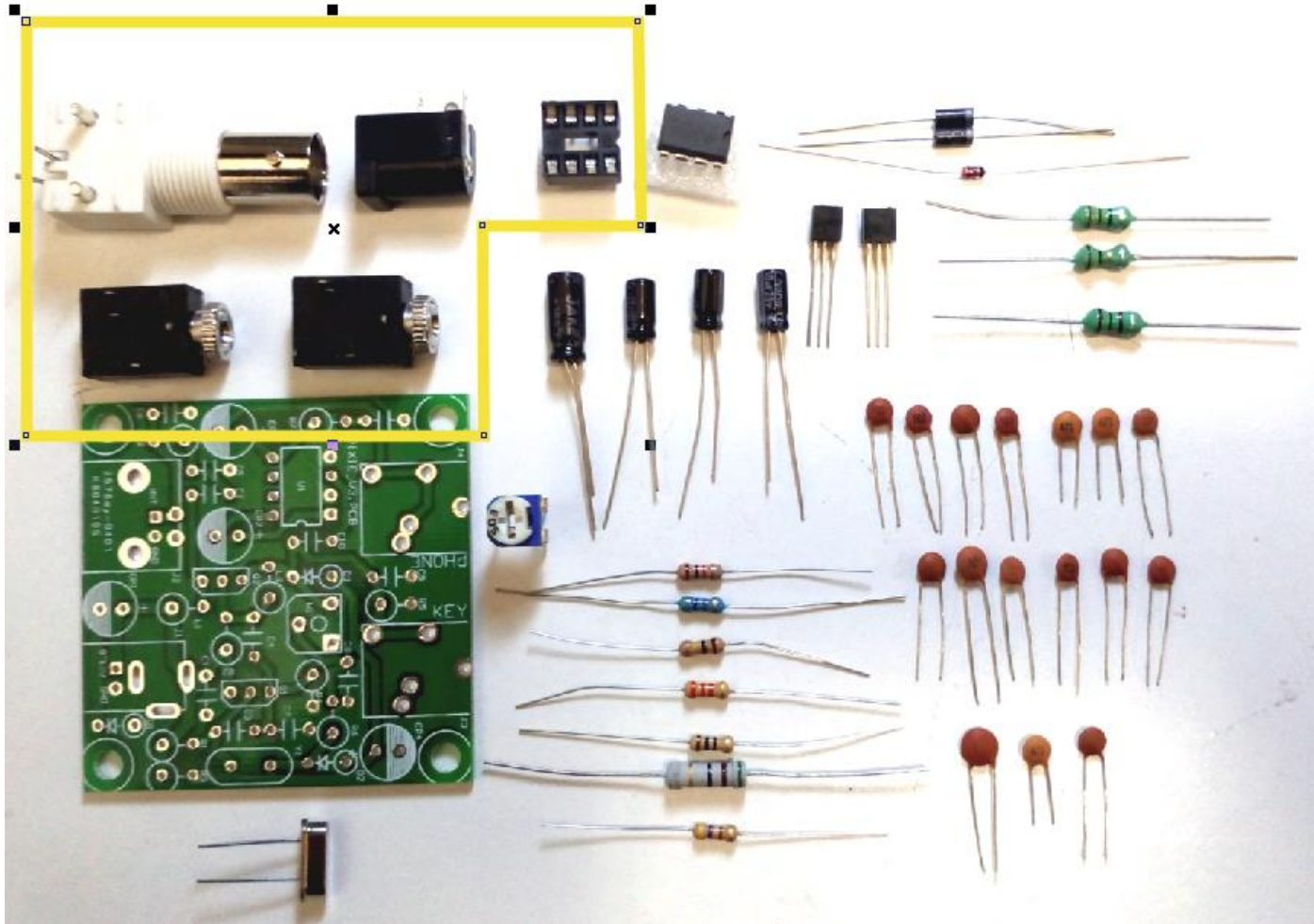




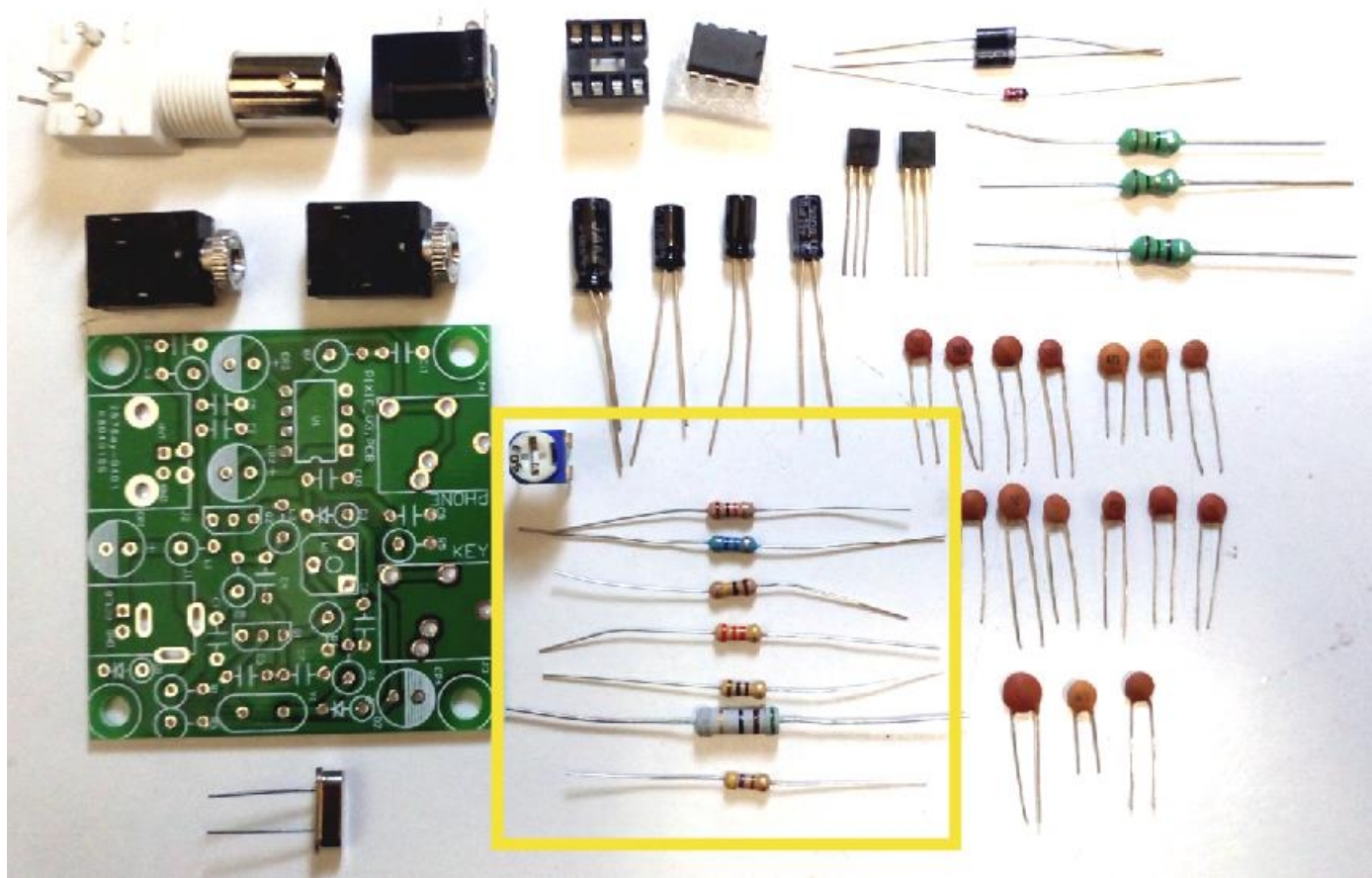




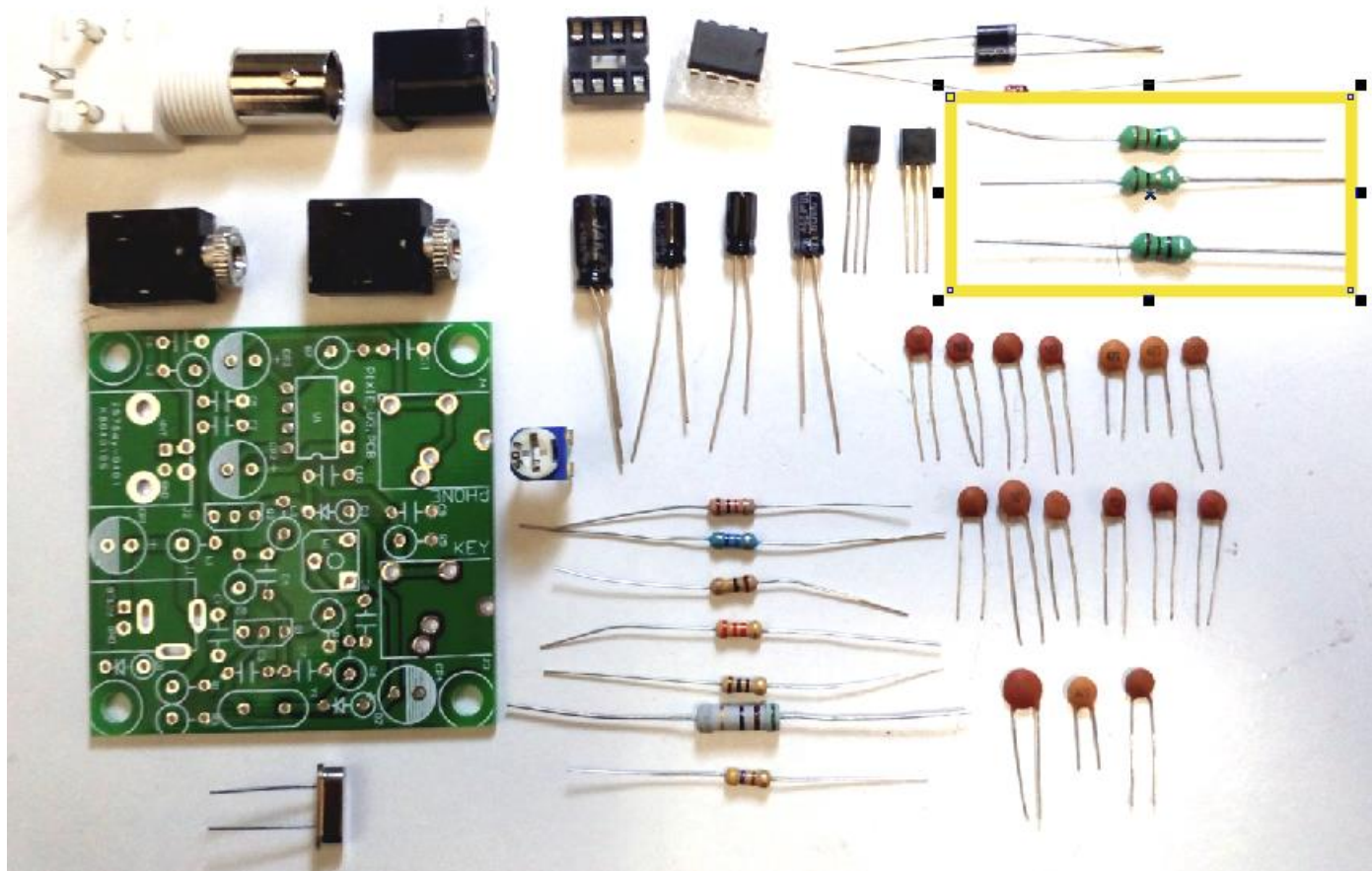
Connettori



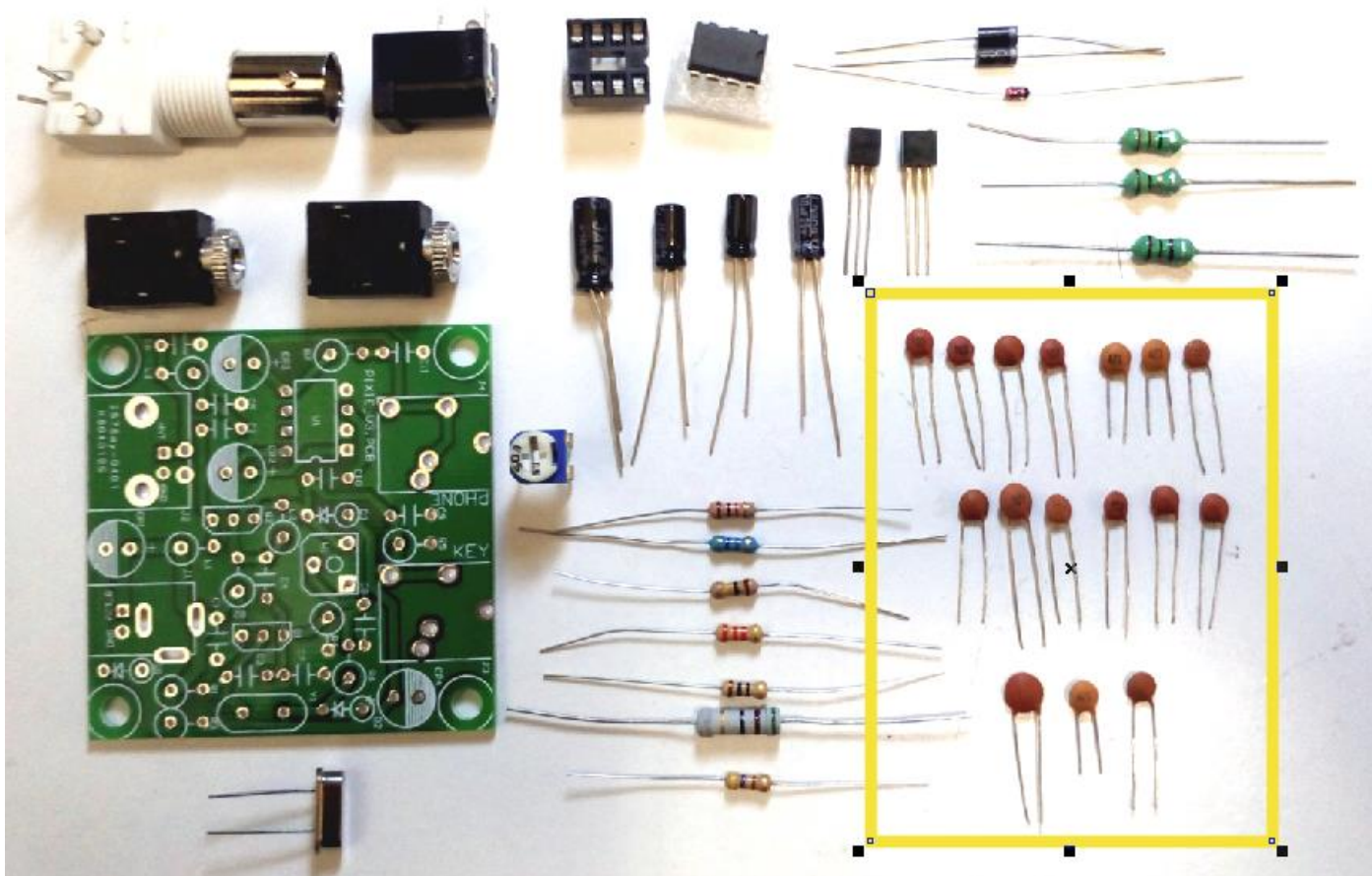
Resistori



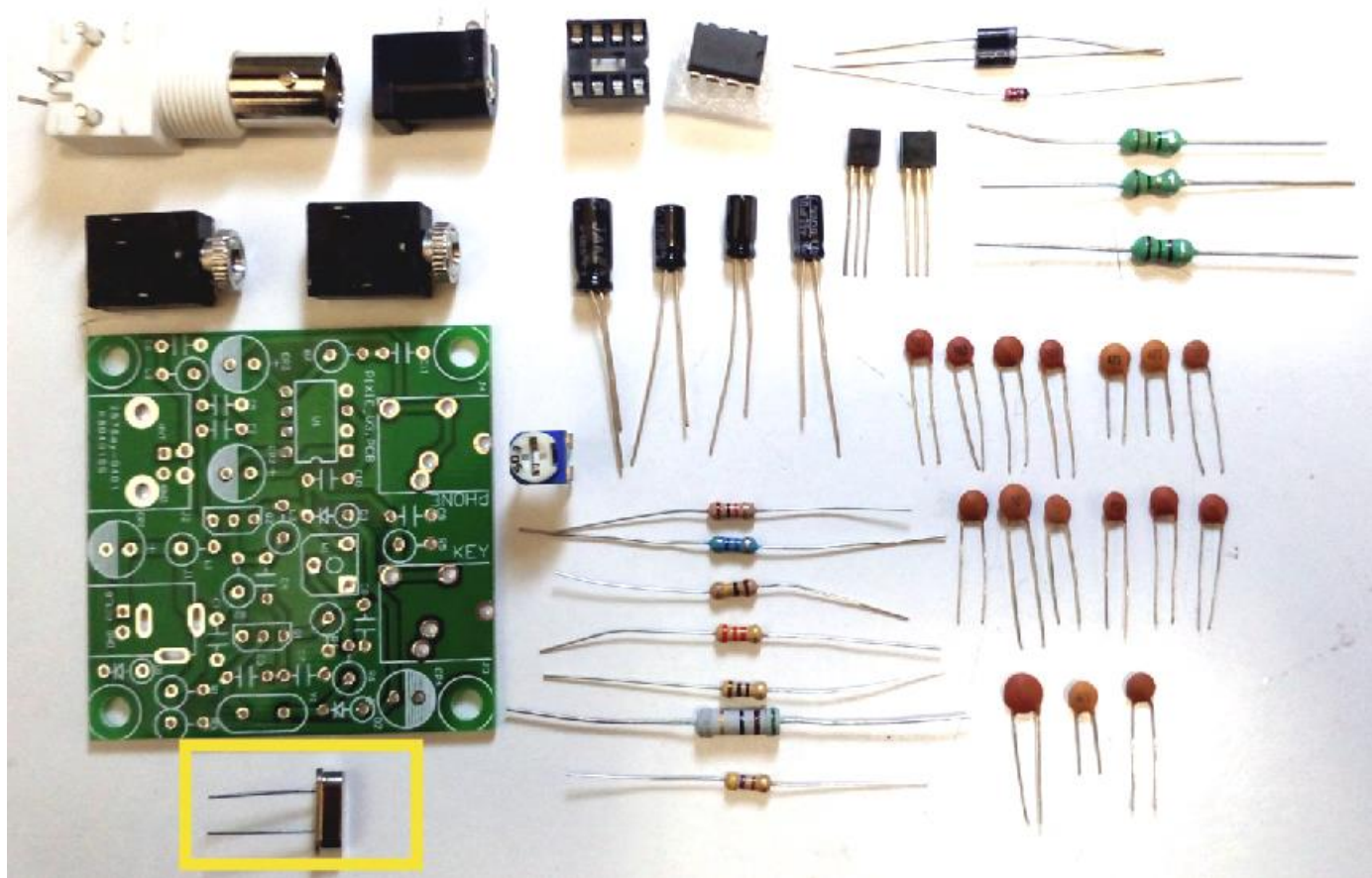
Induttori



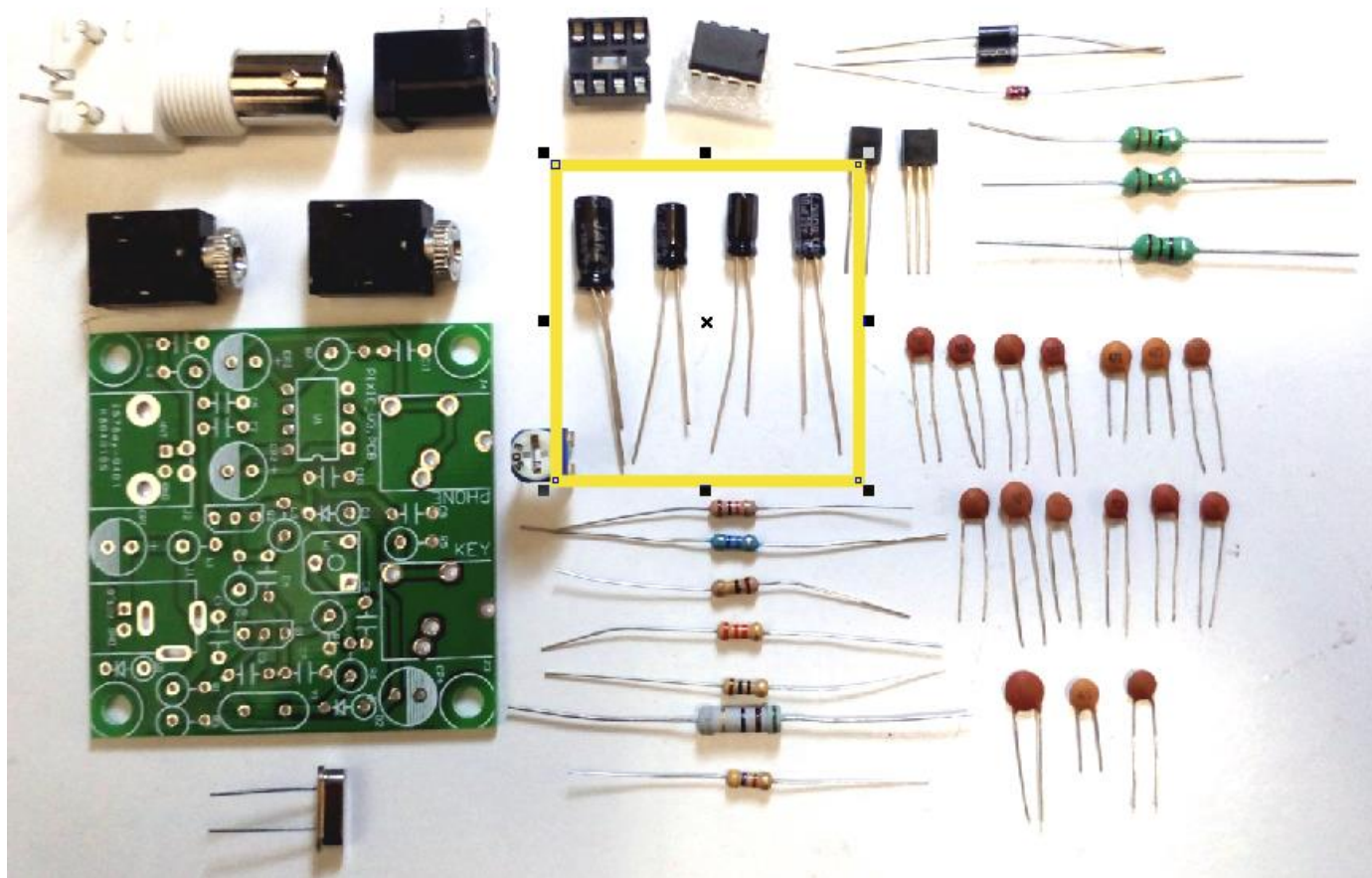
Condensatori ceramici

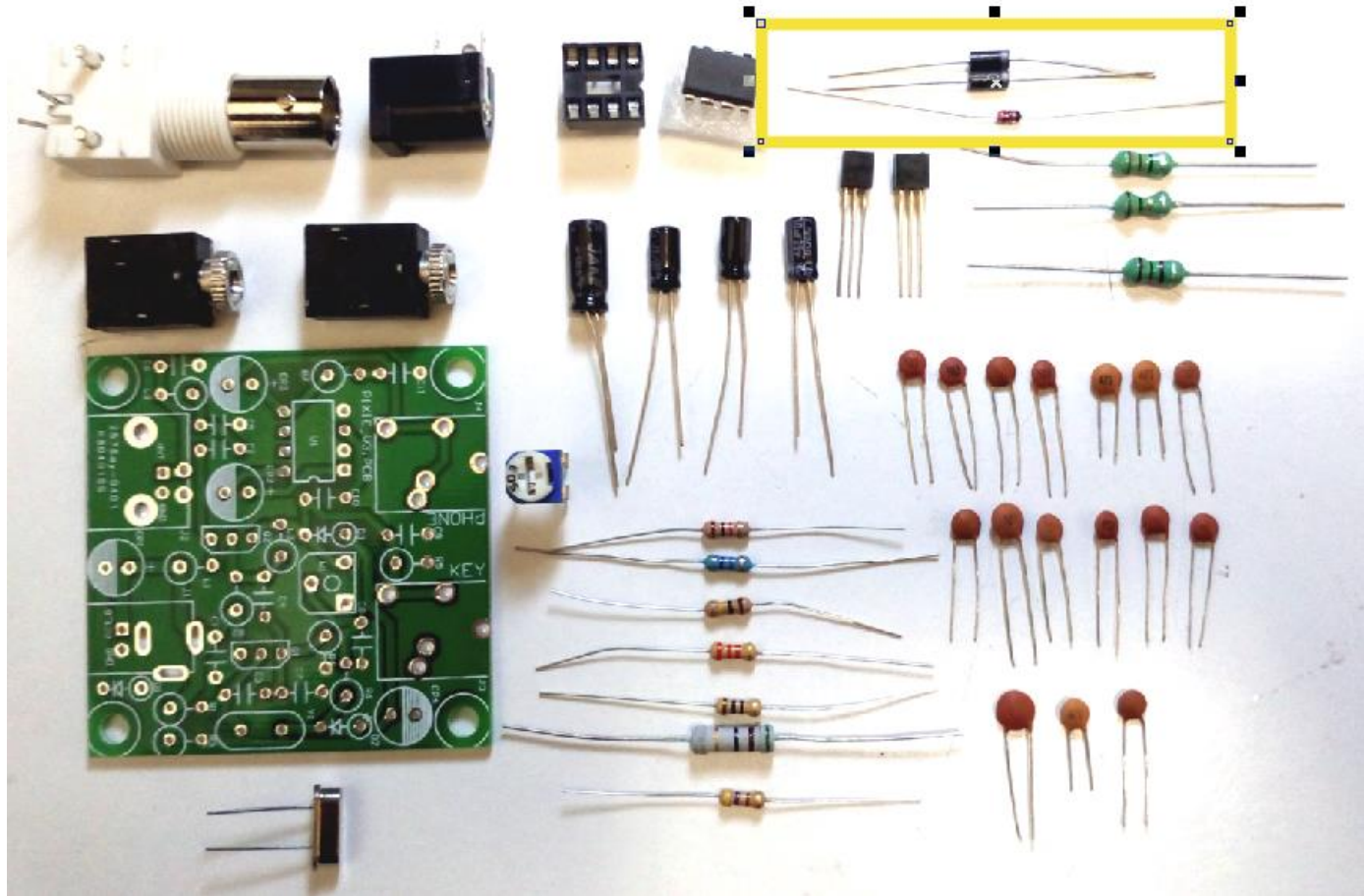


Quarzo

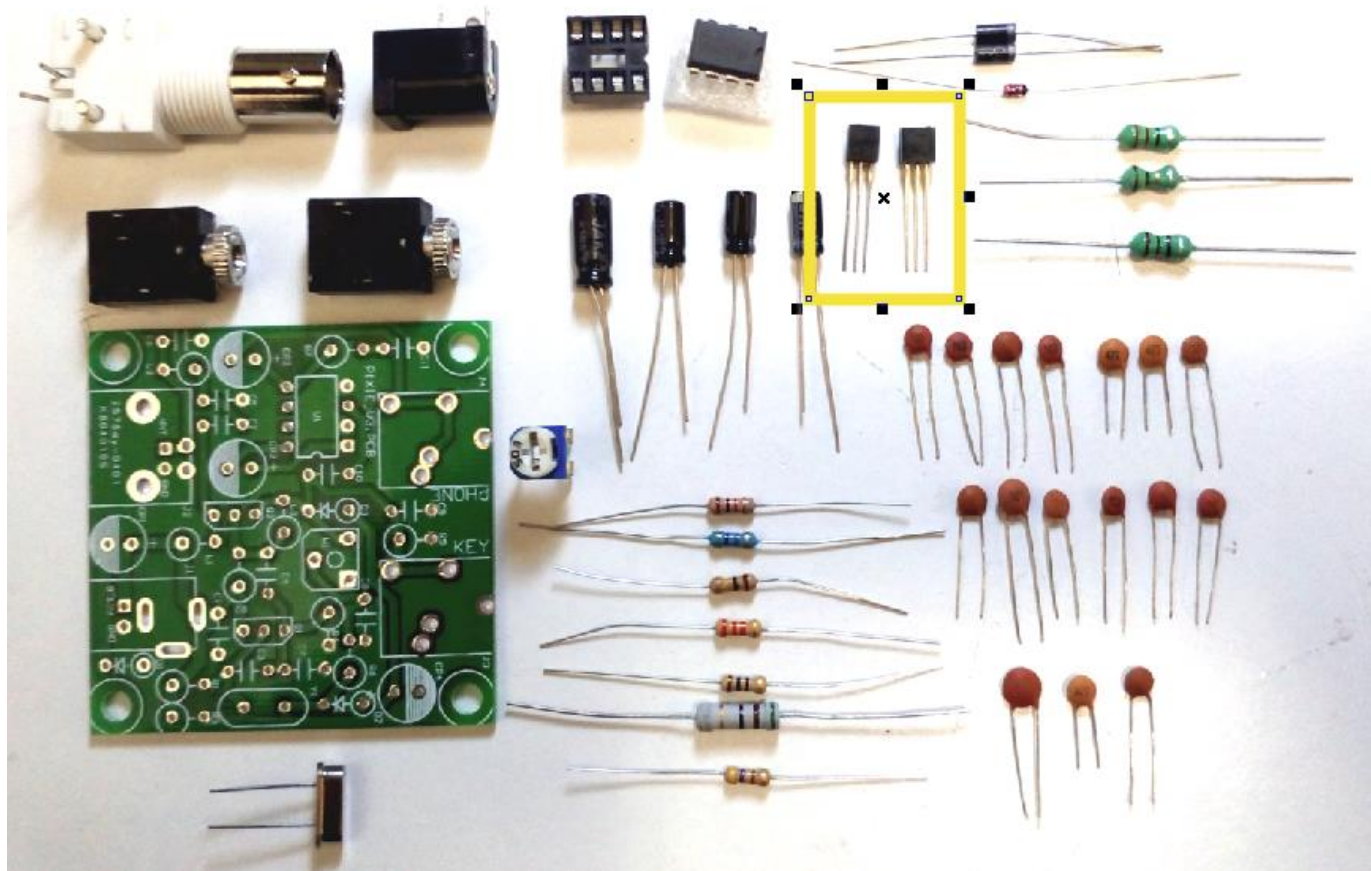


Condensatori elettrolitici

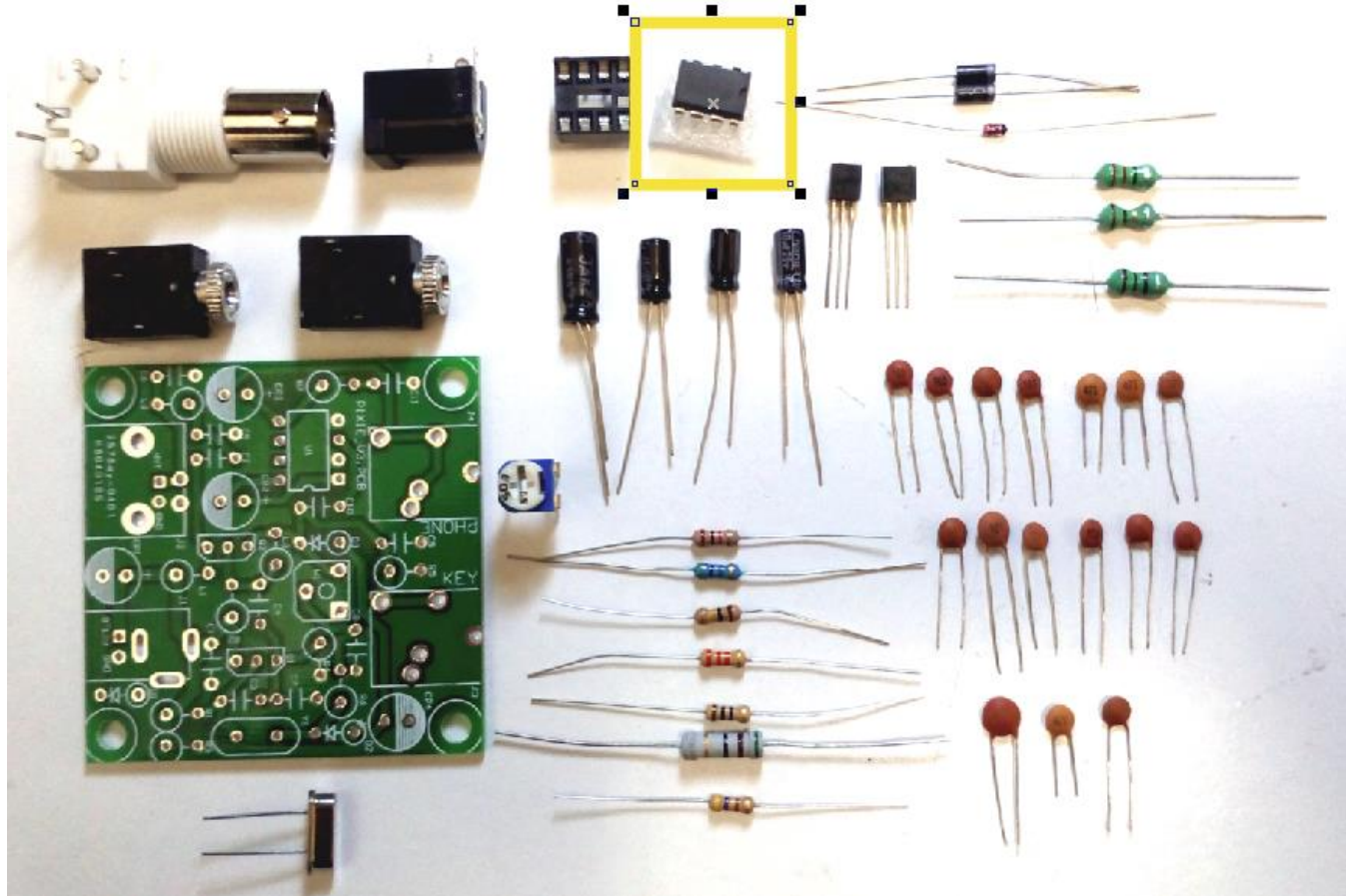




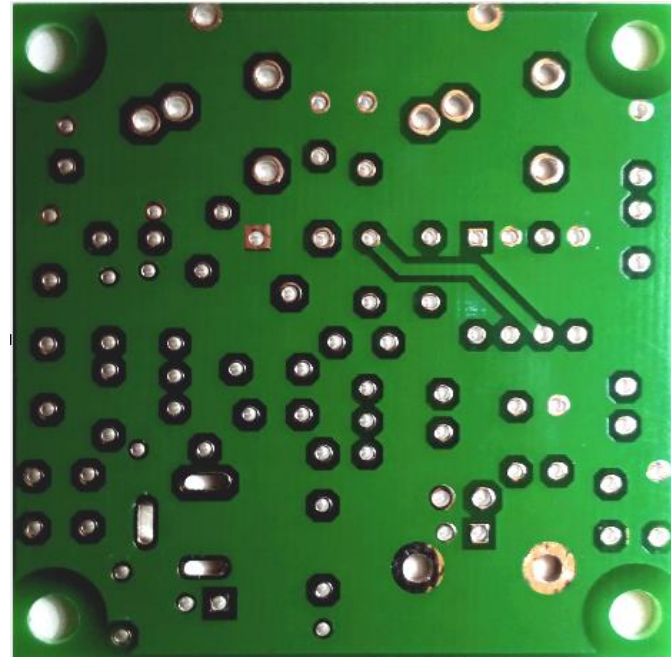
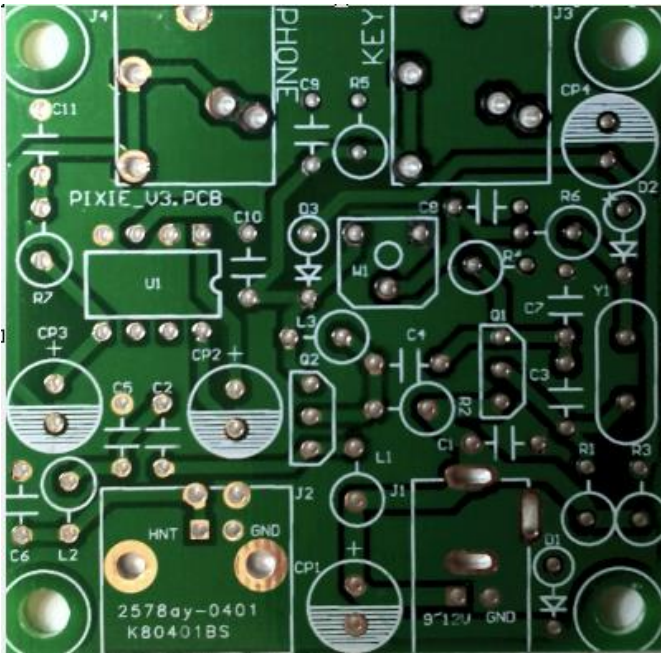
Transistor



Integrati

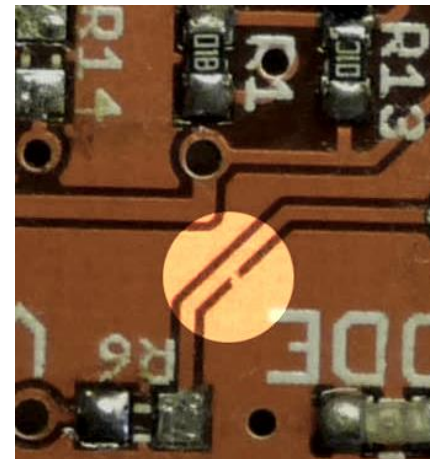
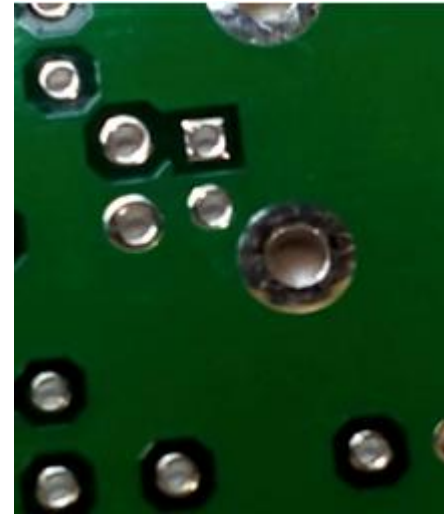


Le due facce del CS

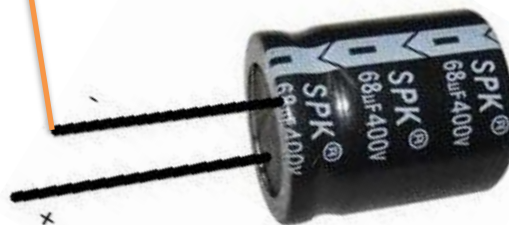
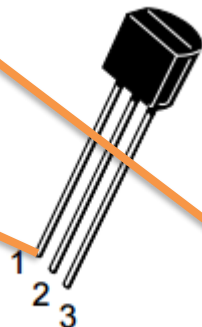
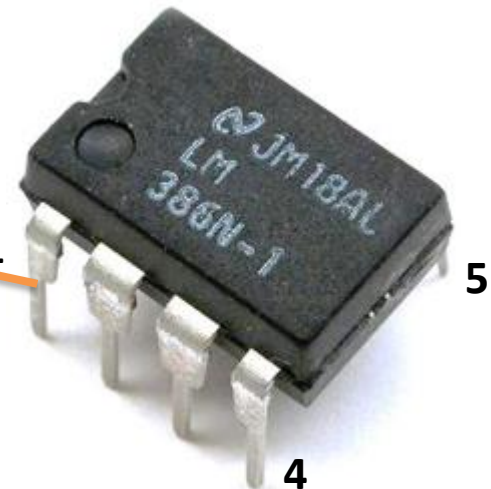


Attenzione al CS

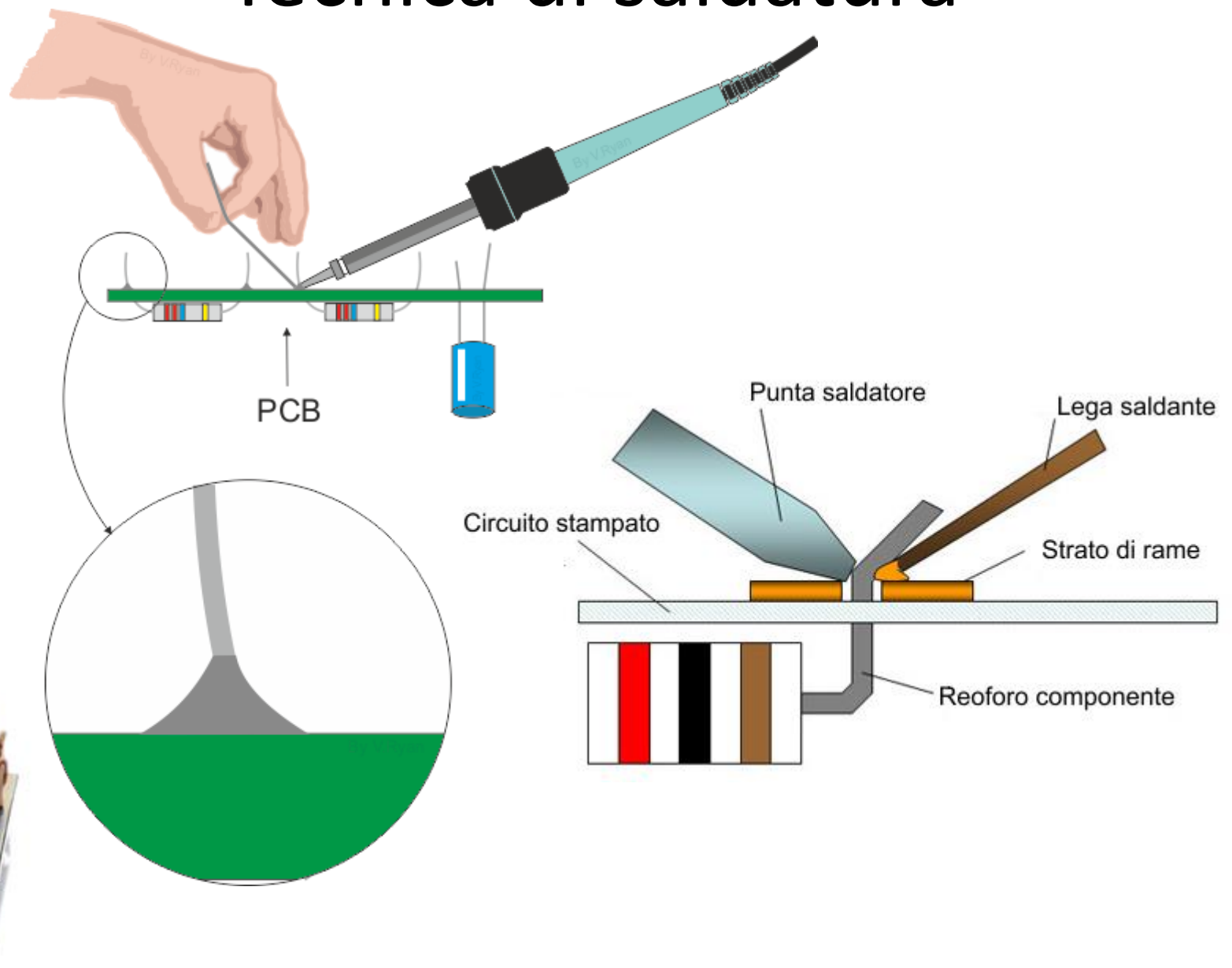
- Prima di montare i componenti è utile ispezionare il CS
- Se c'è più di una traccia va verificata la metallizzazione dei fori
- Così come è necessario seguire le piste per evitare sbavature che producano corto circuiti



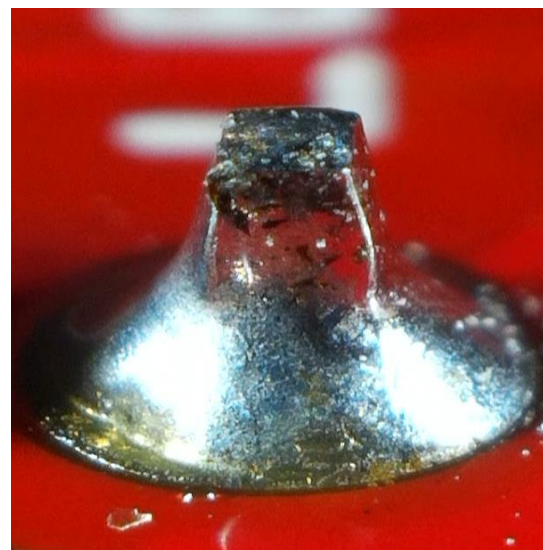
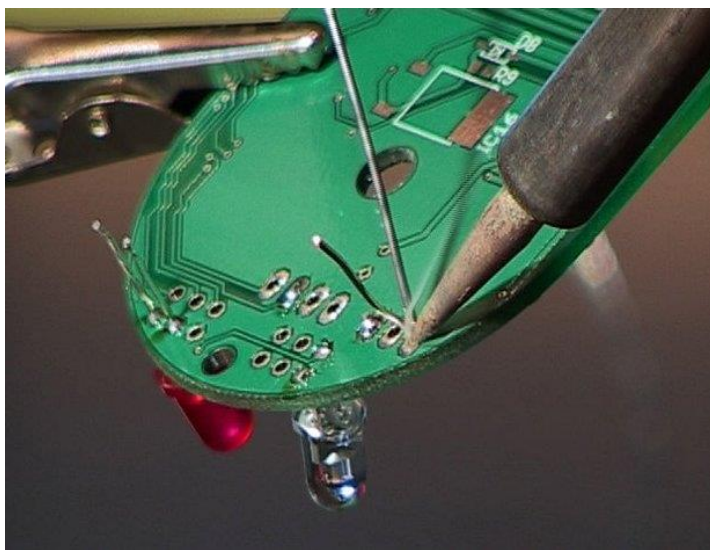
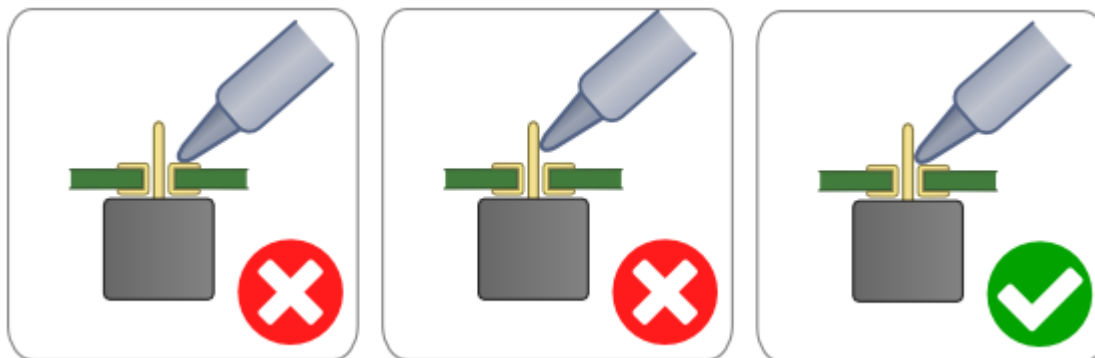
Attenzione all'orientamento



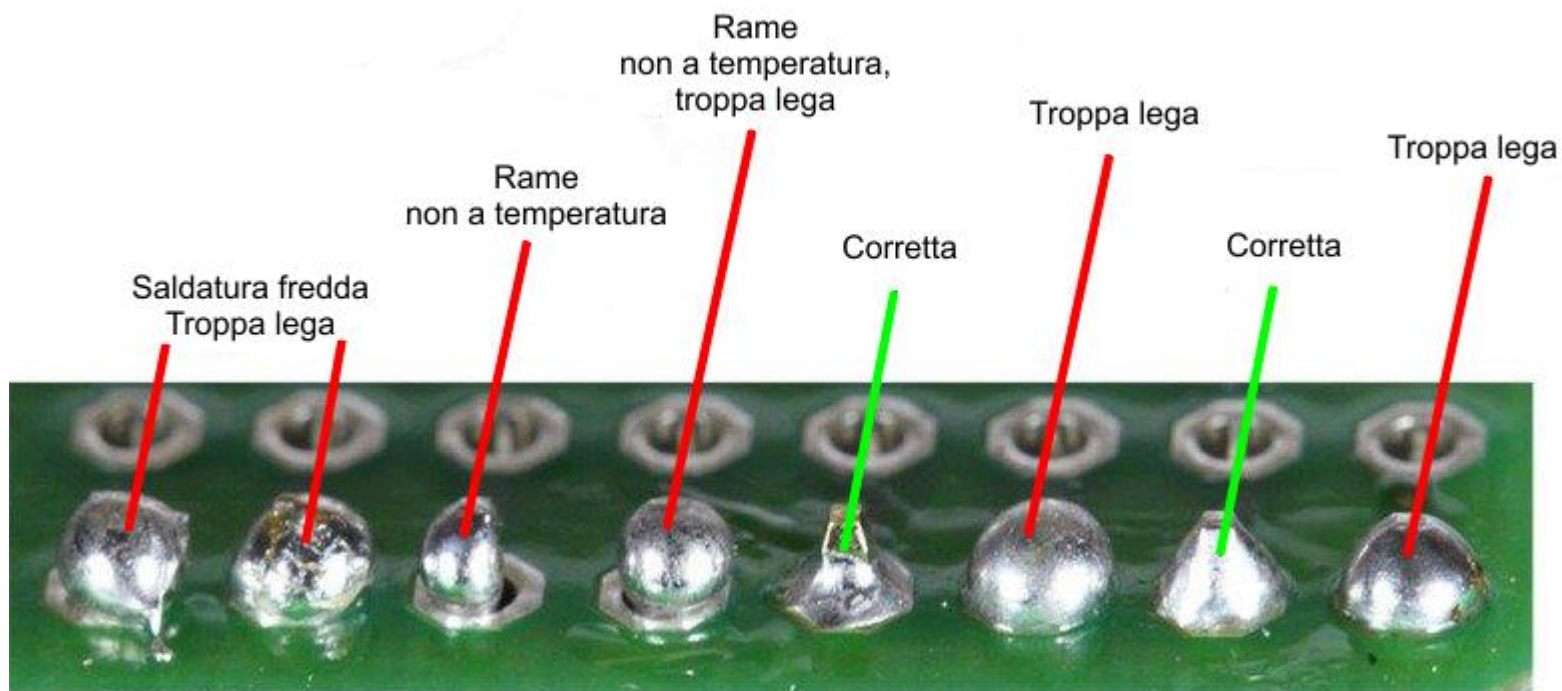
Tecnica di saldatura



Una buona saldatura



Giuste e sbagliate



Attenzione alla pulizia della punta



Va benissimo il materiale da cucina



Gli attrezzi indispensabili

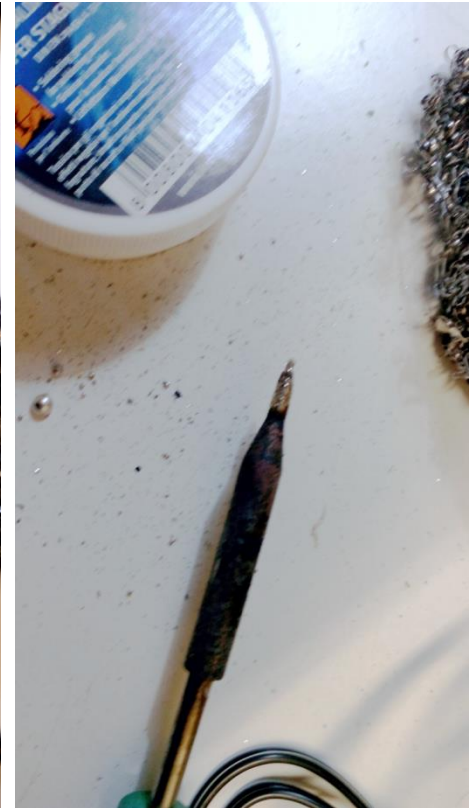
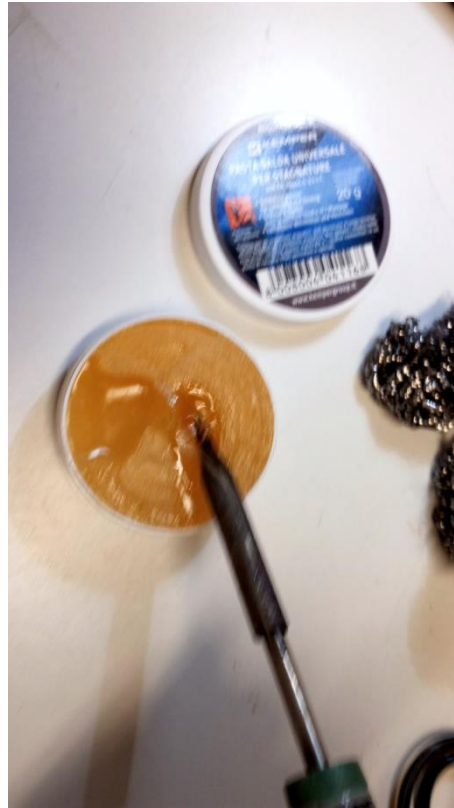
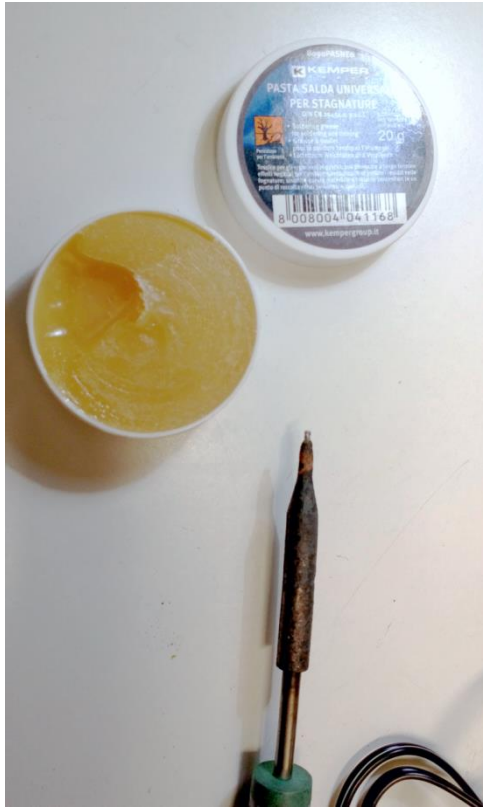


La pasta salda

- E' una miscela di resine e di agenti aggressivi
- Non va usata MAI sui circuiti stampati ed in elettronica
- Innesca processi corrosivi che producono danni nel tempo
- Quelle recenti possono essere usati per ravvivare le punte di saldatore ossidate



Pulizia delle punte ossidate



Grazie

