

ESERCITAZIONE 9

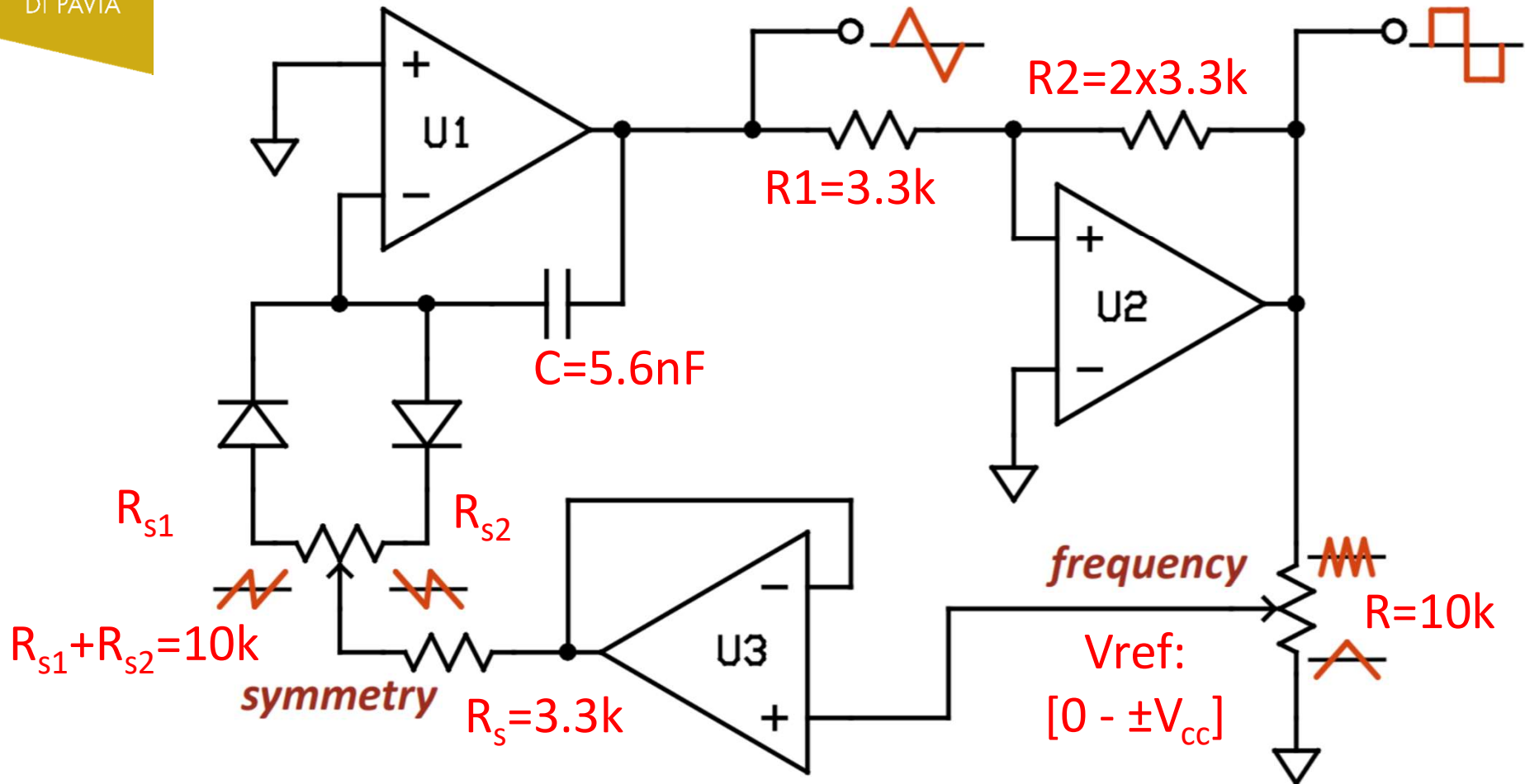
Ogni gruppo può scegliere una delle seguenti alternative.

- Lab1: generatore di forme d'onda
- Lab2: oscillatore a ponte di Wien
- Lab3: wireless electricity
- Lab4: trasmettitore FM



Laboratorio 1: generatore di forme d'onda

U1,2,3=TL084 $\pm V_{cc}=+/-10V$





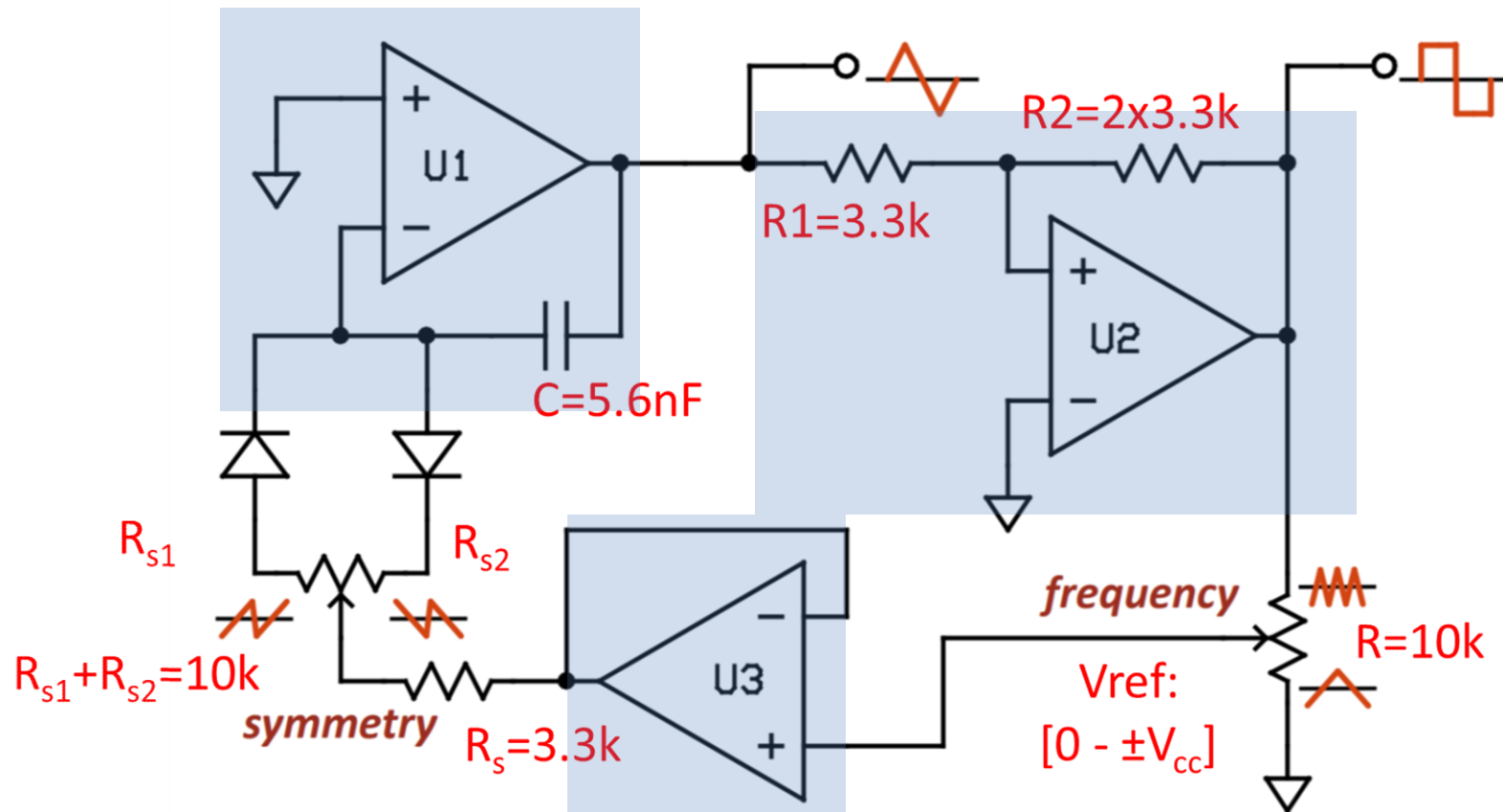
Integratore

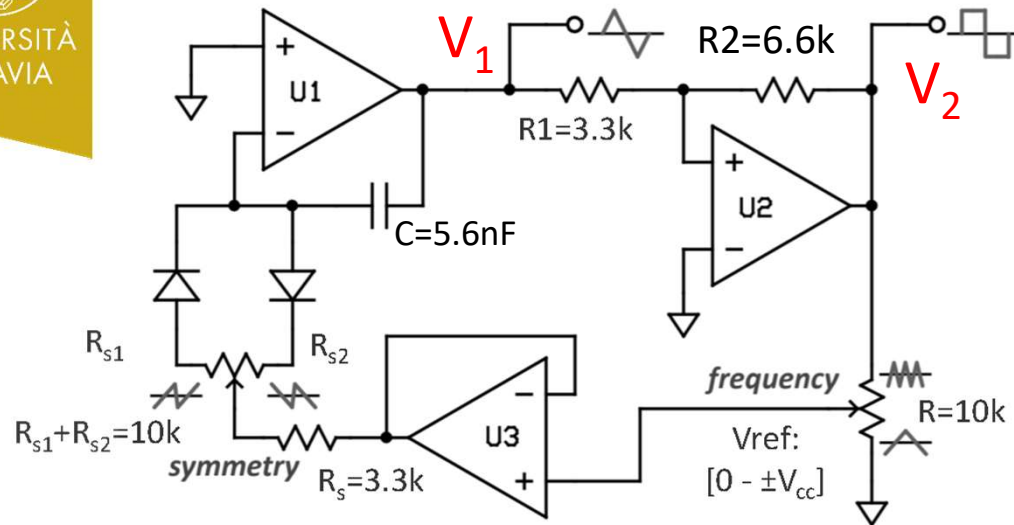
$$V_o = -V_{ref} \frac{C}{R_s + R_{s1,2}}$$

Comparatore ad isteresi non invertente

$$V_{TL} = -V_{cc} \frac{R_1}{R_2} = -5V$$

$$V_{TH} = +V_{cc} \frac{R_1}{R_2} = +5V$$

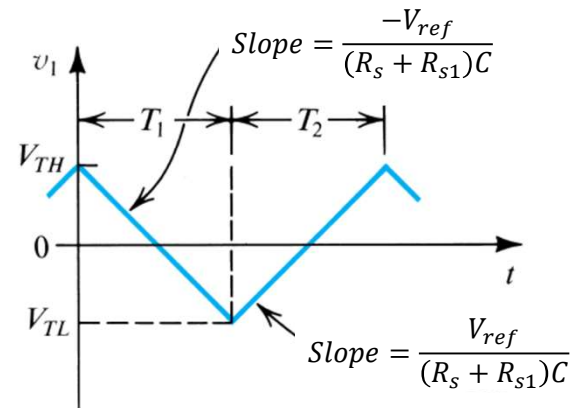
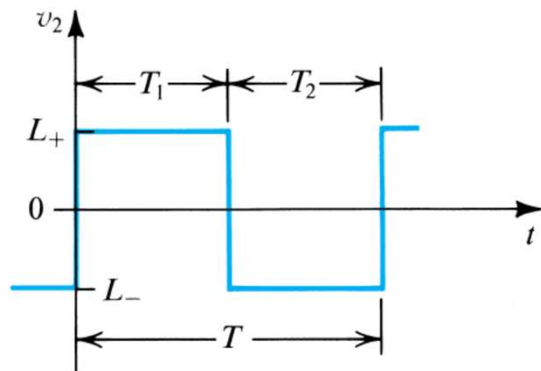




$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_1} = \frac{V_{ref}}{(R_s + R_{s1})C}$$

$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_2} = \frac{V_{ref}}{(R_s + R_{s2})C}$$

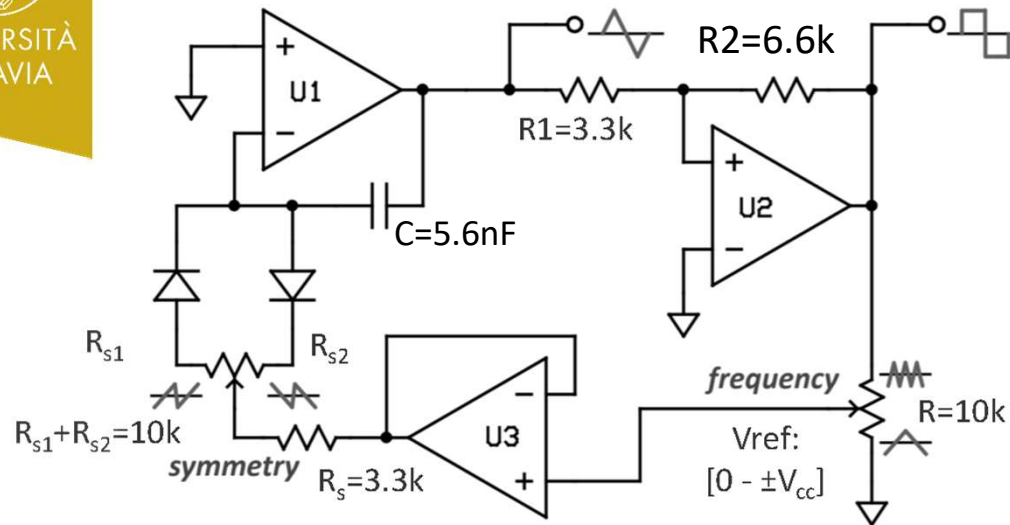
$$T = T_1 + T_2 = \frac{V_{TH} - V_{TL}}{V_{ref}} C (2R_s + R_{s1} + R_{s2})$$





UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 1



$$V_{ref} = \alpha V_{cc}$$

$$R_{s1} = \beta 10k\Omega$$

$$R_{s2} = (1 - \beta) 10k\Omega$$

α, β [0-1] rappresentano le posizioni dei cursori dei due potenziometri

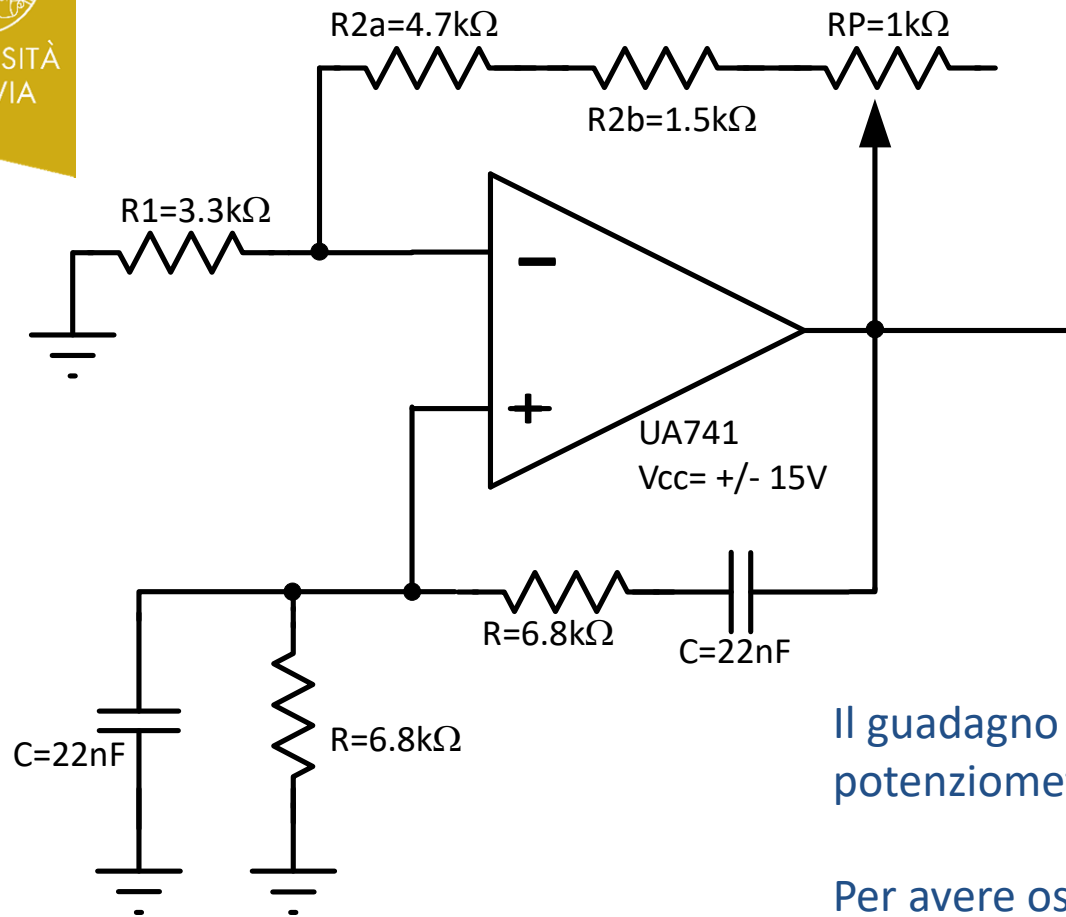
$$T = T_1 + T_2 = \frac{V_{TH} - V_{TL}}{V_{ref}} C(2R_s + R_{s1} + R_{s2}) = \frac{V_{cc}}{\alpha V_{cc}} C(2R_s + R_{s1} + R_{s2}) = \frac{1}{\alpha} 5.6nF \times (16.6k\Omega) = \frac{93\mu Sec}{\alpha}$$

$$f = \alpha \times 10.7kHz$$

$$\delta = \frac{T_1}{T_1 + T_2} = \beta$$



Laboratorio 2: oscillatore a ponte di Wien



$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = 1064\text{Hz}$$

$$A = 1 + \frac{R2a + R2b + RP}{R1}$$

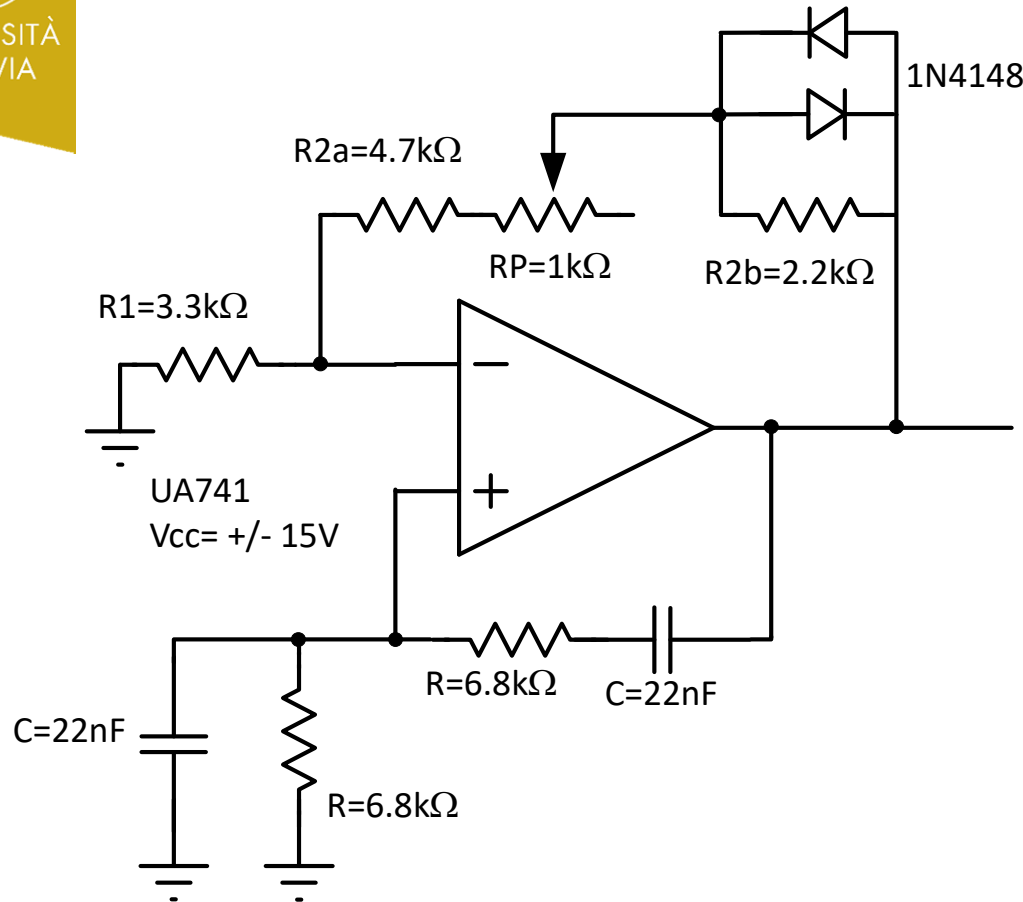
Il guadagno può essere regolato, attraverso il potenziometro, tra 2.88 e 3.18.

Per avere oscillazioni stabili con minima distorsione, $A=3$

Montare il circuito e regolare il potenziometro, fino ad ottenere oscillazioni stabili con minima distorsione. Provare poi a spegnere ed accendere il circuito. L'oscillazione si innesca sempre? L'ampiezza di oscillazione è sempre la stessa?



Laboratorio 2: oscillatore a ponte di Wien



$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = 1064\text{Hz}$$

All'innesco i diodi sono spenti. Il guadagno vale:

$$A = 1 + \frac{R2a + R2b + RP}{R1}$$

Il guadagno varia da 3.09 a 3.39

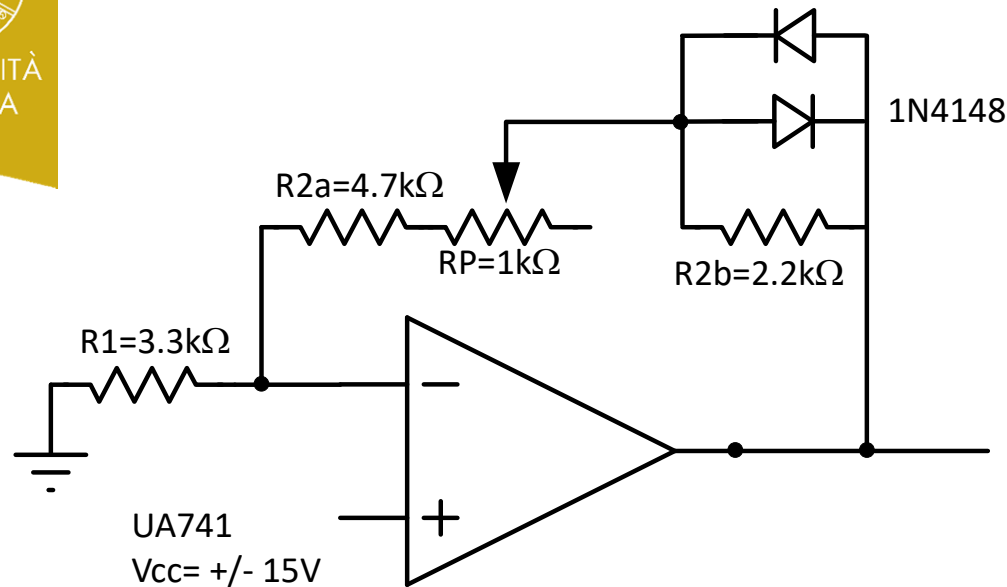
Quando la tensione su R2b supera (in modulo) 0.7V, uno dei due diodi si accende cortocircuitando R2b. Il guadagno scende a 2.42-2.72.

In questo modo si dovrebbe ottenere innesco molto più robusto ed ampiezza di oscillazione indipendente dalle condizioni iniziali (l'ampiezza può essere regolata attraverso RP).



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

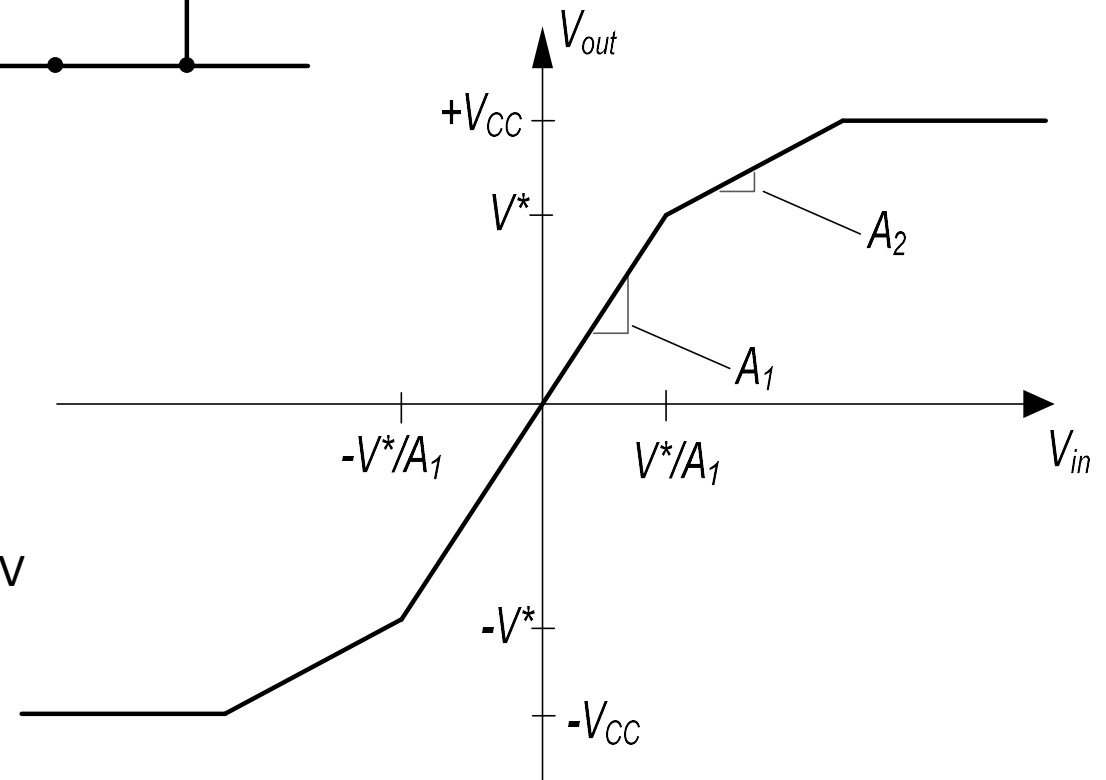
Laboratorio 2: oscillatore a ponte di Wien



A1: 3.09-3.39

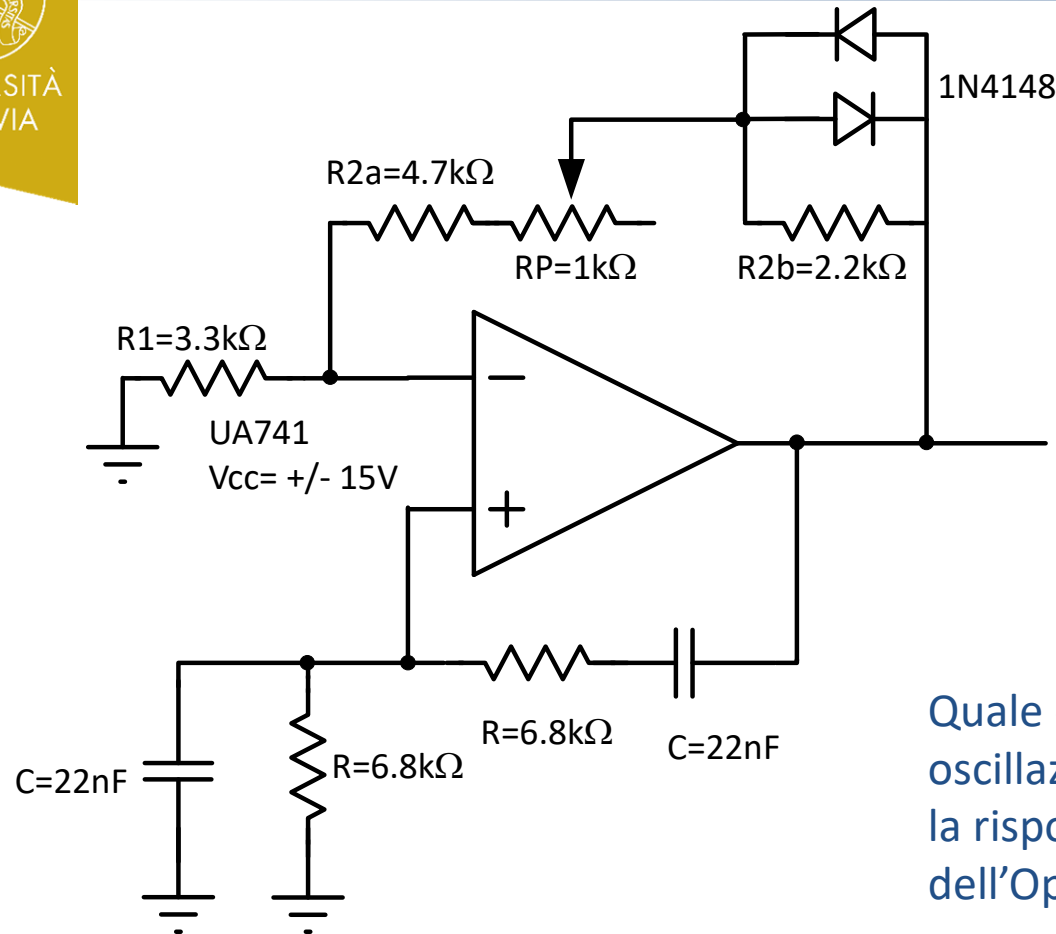
A2: 2.42-2.72

$$V^* = \frac{R_1 + R_{2a} + R_{2b} + R_P}{R_{2b}} V_D = 3.24 - 3.56 \text{ V}$$





Laboratorio 2: oscillatore a ponte di Wien



Provare a cambiare i valori
per aumentare la frequenza
di oscillazione a:

10kHz,
50kHz
100kHz
200kHz

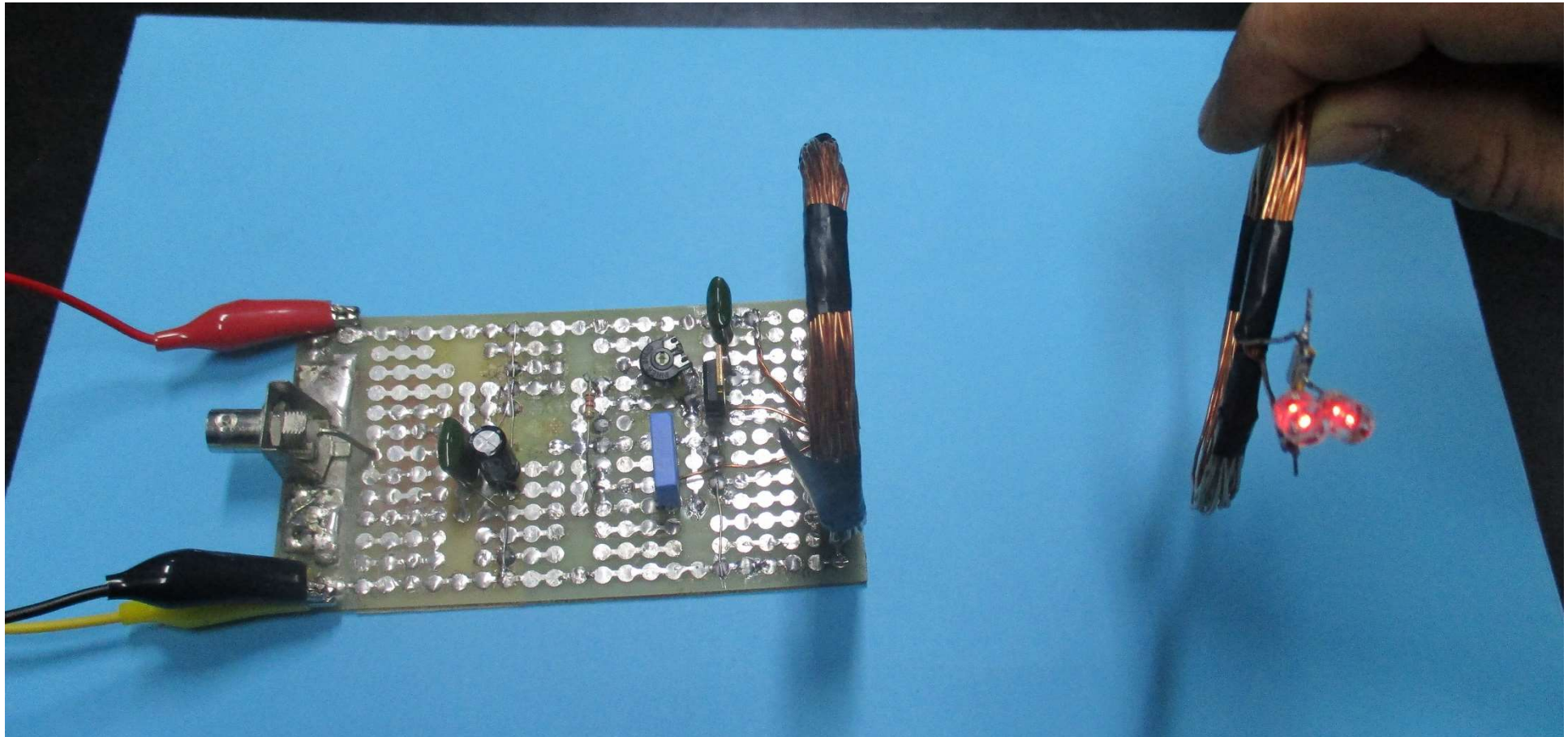
...

Quale è la massima frequenza di
oscillazione possibile? Che impatto ha
la risposta in frequenza passa-basso
dell'OpAmp?



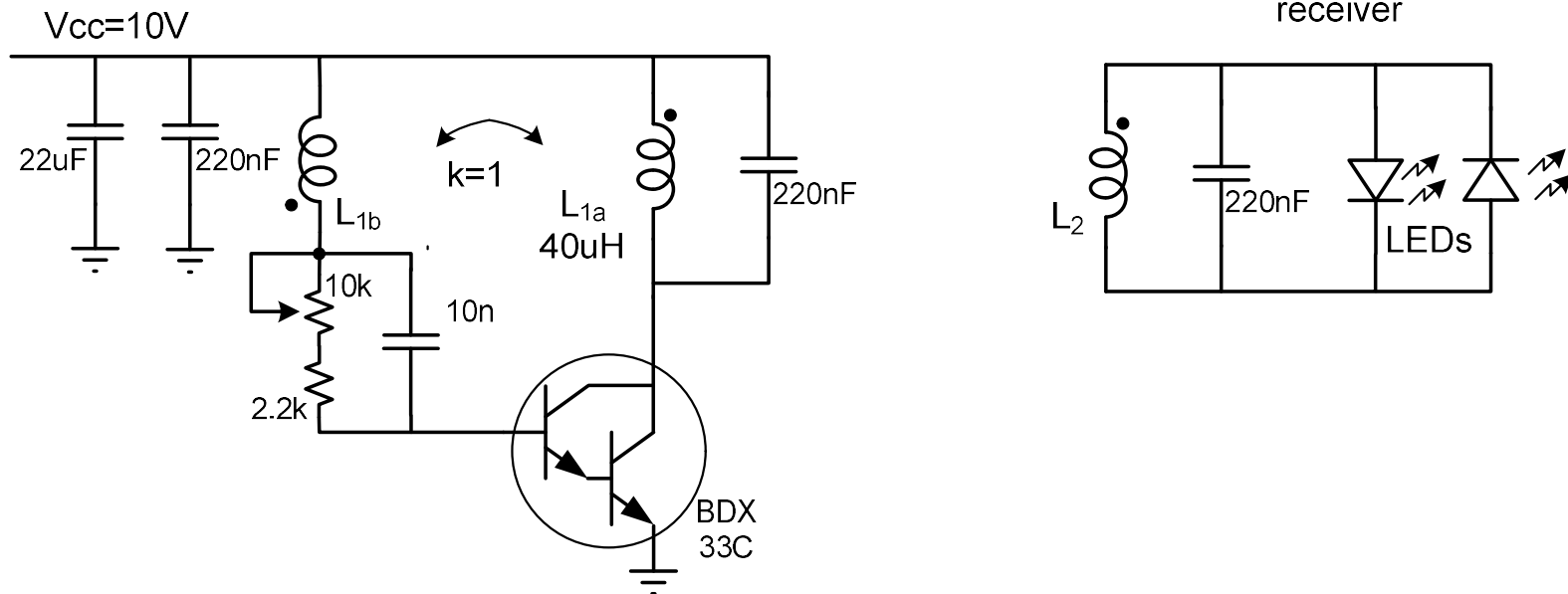
UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 3: wireless electricity





Laboratorio 3: wireless electricity



Il trasmettitore, a sinistra, è un oscillatore di Meissner:

- Il BJT è un transistor Darlington di potenza (elevata corrente, elevato guadagno)
- La resistenza in base (variabile da 2.2k a 12.2k) imposta il punto di lavoro : regolare il trimmer per avere consumo di corrente compreso fra 50mA e 100mA
- La frequenza di oscillazione è fissata dal risonatore L1a (40uH) e C=220nF:

$$f = \frac{1}{6.28\sqrt{40\mu H \times 220\text{nF}}} = 53\text{kHz}$$

- Il ricevitore è un risonatore accordato alla stessa frequenza del trasmettitore.

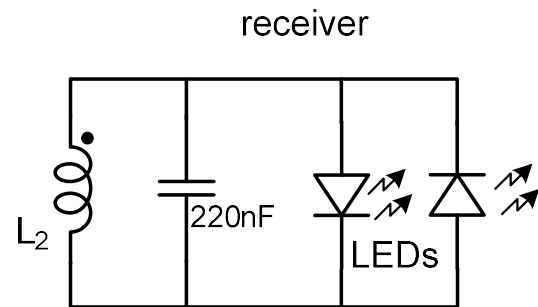


UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 3: wireless electricity

Realizzazione delle induttanze:

L2: 15 avvolgimenti, su diametro di circa 10cm



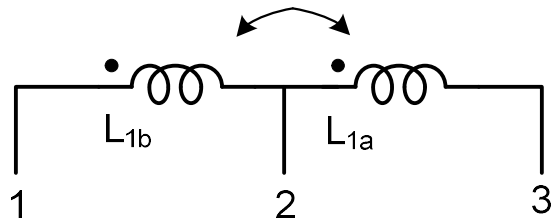
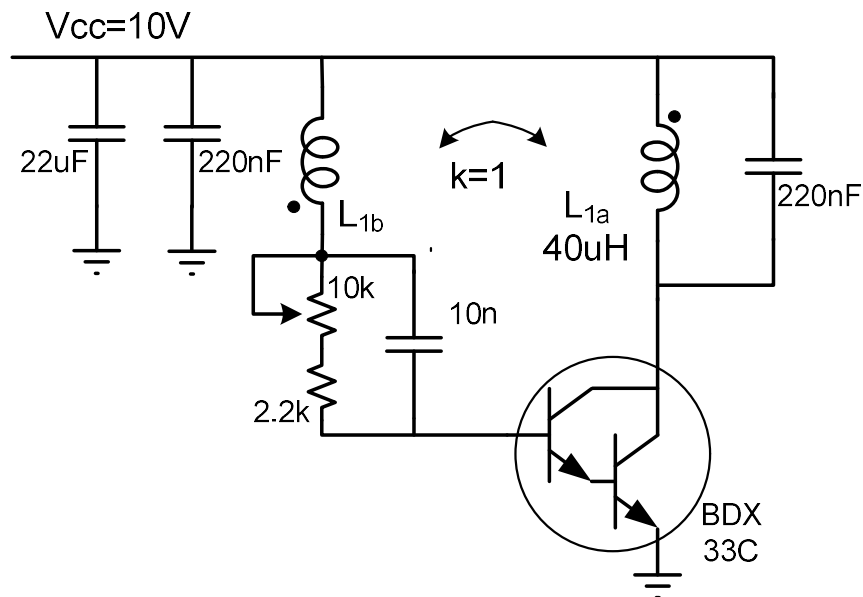


Laboratorio 3: wireless electricity

Realizzazione delle induttanze:

L1a+L1b: 15 + 15 avvolgimenti, 10cm diametro, con presa centrale connessa a Vcc.

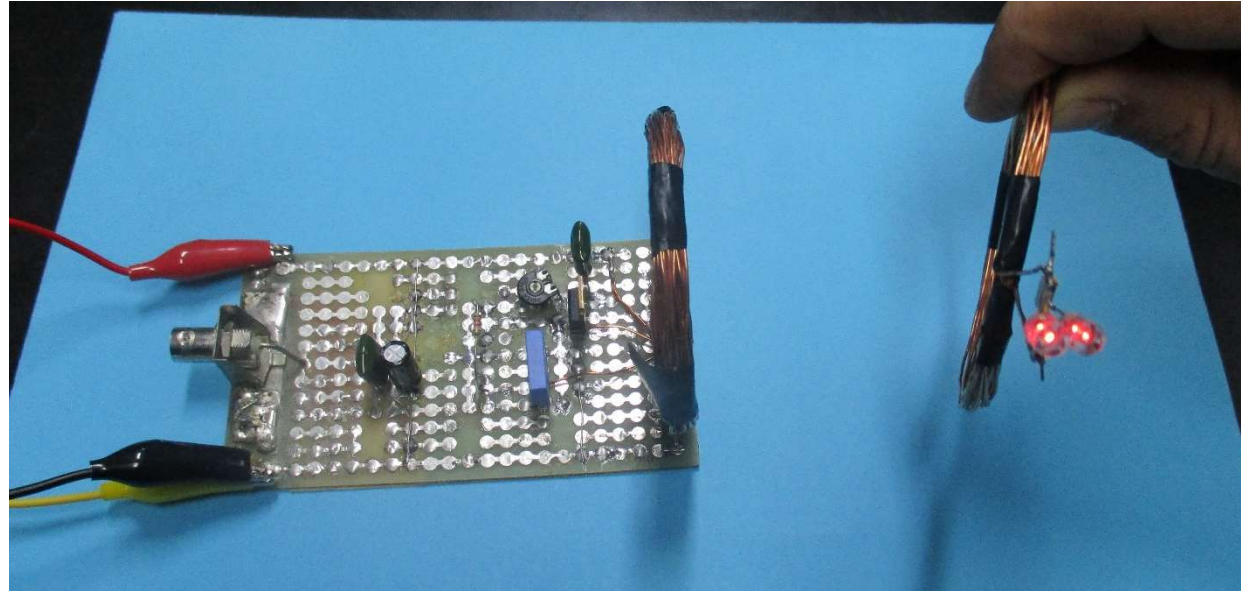
Una volta terminata L1a, continuare ad avvolgere L1b nello stesso verso





UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 3: wireless electricity



Misurare frequenza e forma d'onda al collettore del transistor, con e senza ricevitore

Provare a togliere il condensatore in parallelo all'induttanza del ricevitore. Perché le prestazioni (raggio di copertura) peggiorano?

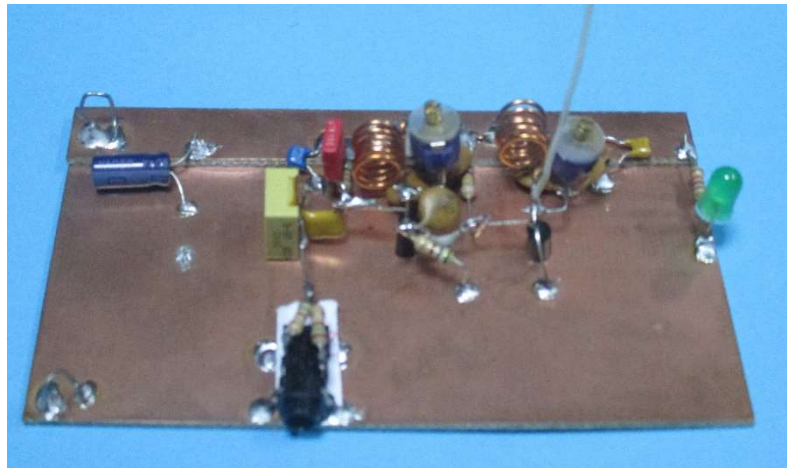
Misurare la potenza erogata ai diodi led, in funzione della distanza. Misurare l'efficienza di trasferimento energetico (P_{led}/P_{dc})



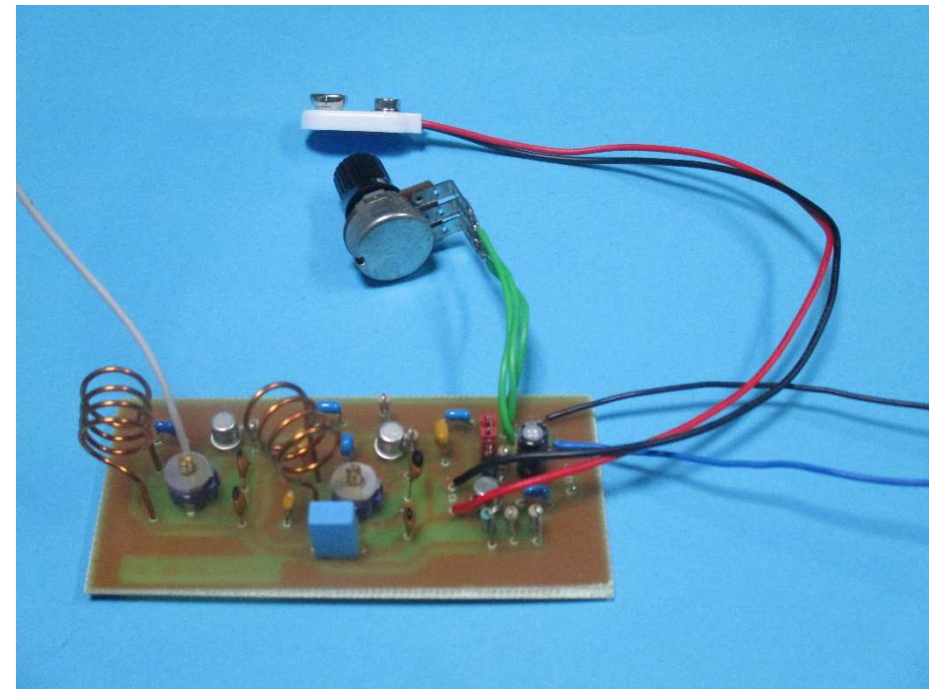
UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 4: trasmettitore FM

Prototipo sperimentale

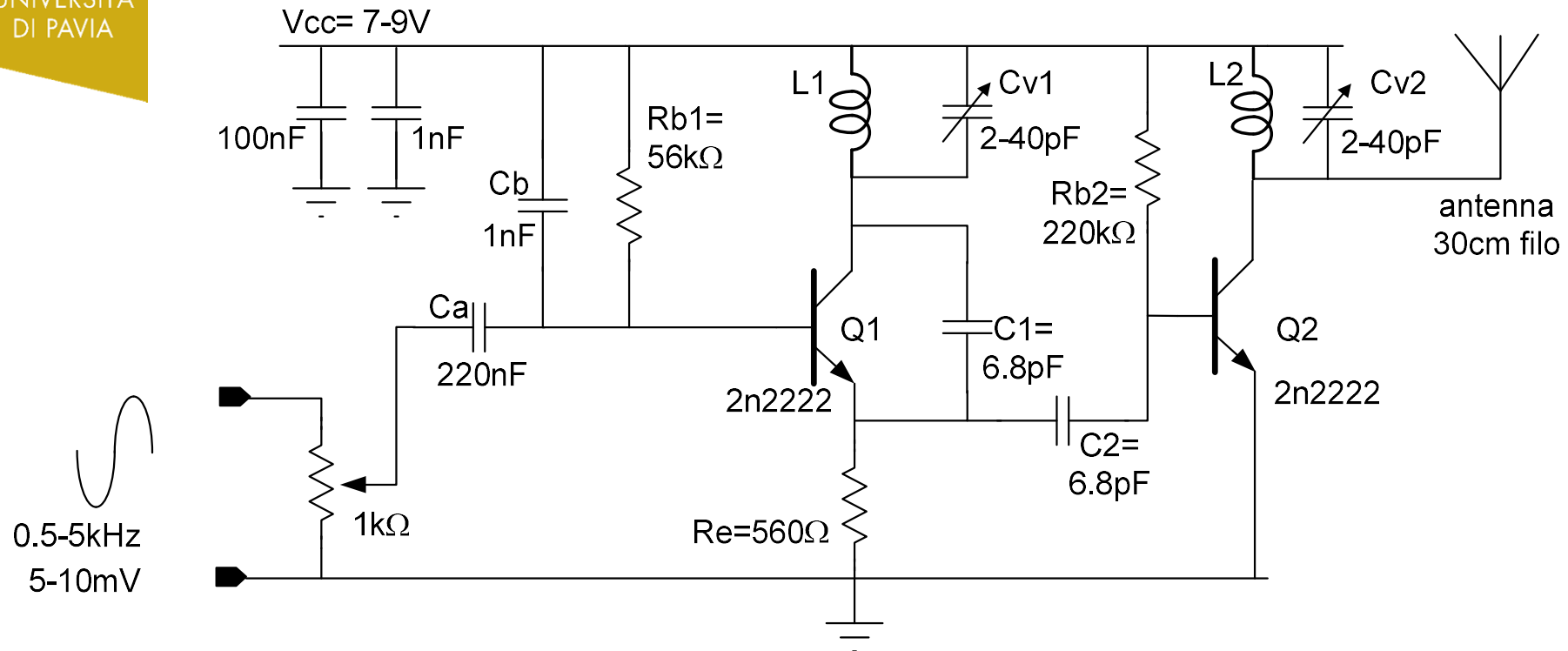


Montaggio con PCB





Laboratorio 4: trasmettitore FM



Rb1, Re1 impostano circa 10mA in Q1

Rb2 imposta circa 10mA in Q2

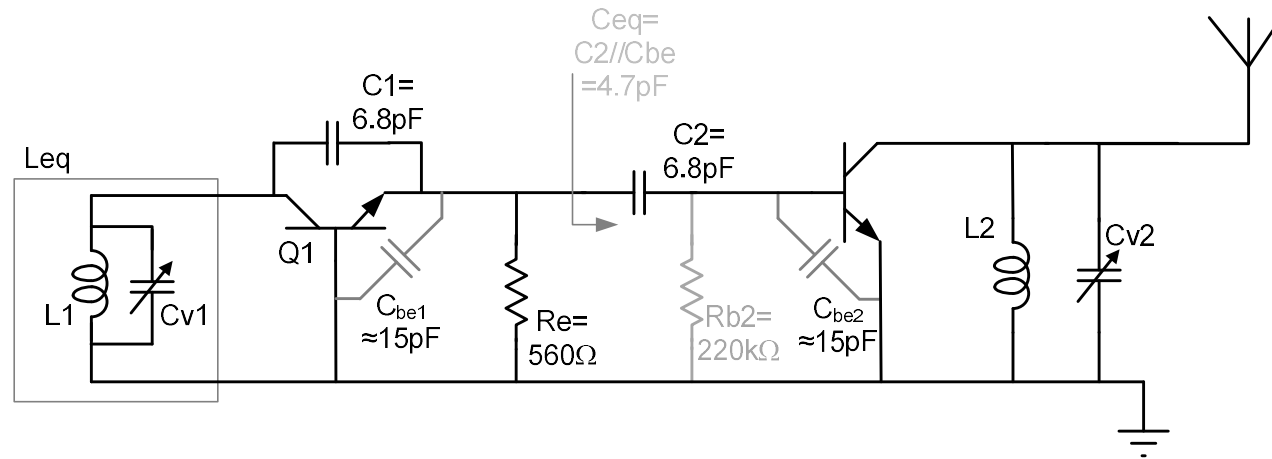
Il potenziometro/trimmer all'ingresso permette di regolare l'ampiezza del segnale modulante.

Ca (220nF) è corto-circuito alla frequenza modulante.

Cb (1nF) è corto-circuito alla frequenza portante (88-108MHz)



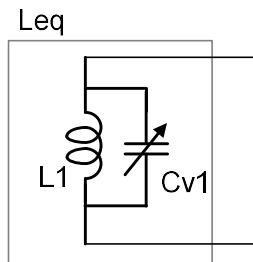
Laboratorio 4: trasmettitore FM



Q1 forma un oscillatore di Colpitts in configurazione base comune con la rete $Leq-C1-Ceq//Cbe1$

Q2 forma un amplificatore ad emettitore comune. Il carico è costituito dal risonatore $L2-Cv2$ che deve essere accordato alla frequenza generata da Q1 per avere massimo guadagno.

$Cv1$ in parallelo a $L1$ permette di cambiare la Leq per accordare la frequenza dell'oscillatore di Colpitts



$$Z_{eq} = \frac{j\omega L_1}{1 - \omega^2 L_1 C_{v1}}$$

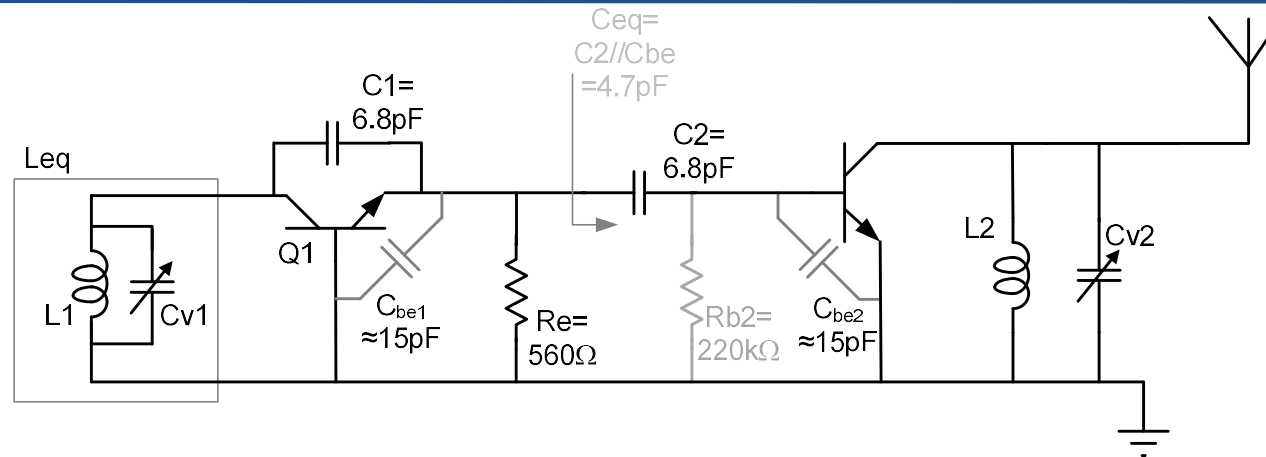
$$L_{eq} = \frac{Z_{eq}}{j\omega} = \frac{L_1}{1 - \omega^2 L_1 C_{v1}}$$

L_1 se $Cv1=0$

inf se $Cv1=1/(\omega^2 L_1)$



Laboratorio 4: trasmettitore FM



Q1 forma un oscillatore di Colpitts in configurazione base comune con la rete Leq - $C1$ - $Ceq//Cbe1$

$$f_{osc} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{eq} \frac{C1 \times \left(\frac{C_{be1} C_{eq}}{C_{be1} + C_{eq}} \right)}{C1 + \left(\frac{C_{be1} C_{eq}}{C_{be1} + C_{eq}} \right)}}}$$

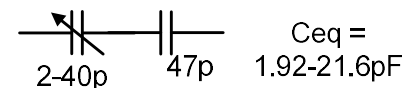
$$= \frac{1}{2\pi \sqrt{L_{eq} \frac{6.8 \times 4.7}{6.8 + 4.7} pF}}$$

f_{osc} deve essere accordabile nell'intervallo 88MHz-108MHz

Questo richiede Leq variabile da 0.78uH a 1.2uH.

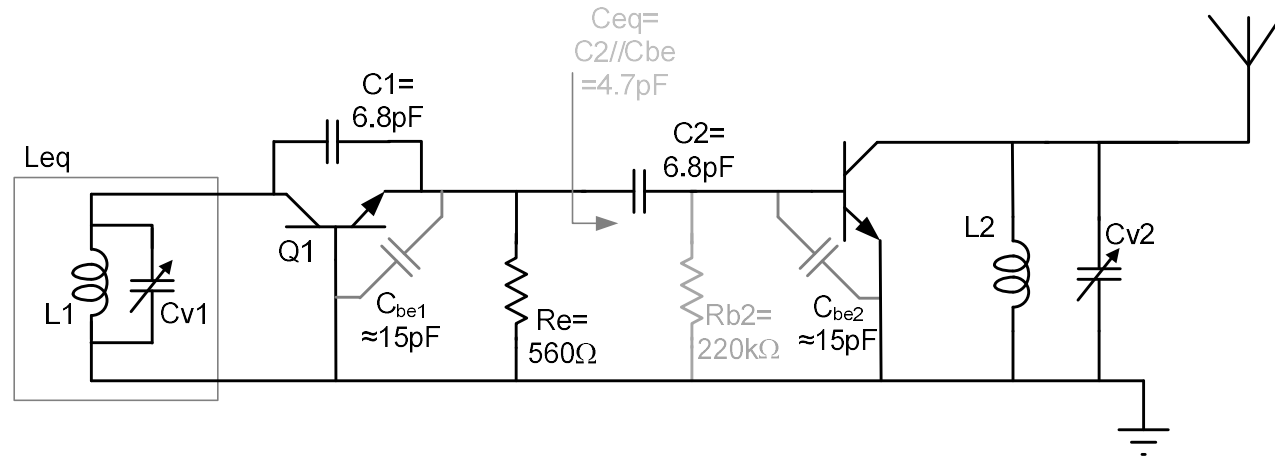
$L1$ deve essere quindi inferiore a 0.78uH. Fissiamo 0.2uH per avere margine.

$Cv1$ deve variare da 8pF a 14pF in modo che con $L1=0.2uH$ la frequenza sia accordabile nell'intervallo 88-108MHz. In laboratorio sono presenti condensatori variabili da 2 a 40pF. Posso usare direttamente questi o, per aver controllo più fine, posso inserire in serie un condensatore fisso da 47pF





Laboratorio 4: trasmettitore FM

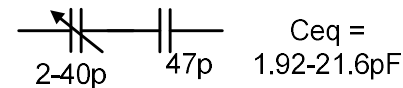


Q2 forma un amplificatore ad emettitore comune. Il carico è costituito dal risonatore L2-Cv2 che deve essere accordato alla frequenza generata da Q1 per avere massimo guadagno.

La frequenza di risonanza risulta:

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_{v2}}} \quad \text{Scegliendo } L_2=L_1 \text{ per semplicità}$$

Cv2 deve variare nell'intervallo 10.8-16.4pF per coprire l'intervallo di frequenze 88-108MHz

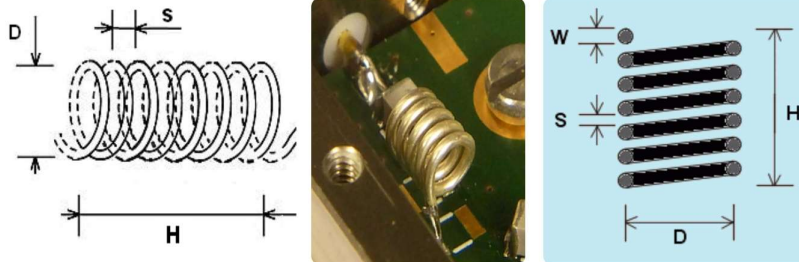




UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 4: trasmettitore FM

(Air core inside :-)



Le due induttanze vanno costruite avvolgendo filo su un supporto cilindrico.

Diversi siti web permettono di stimare il valore di induttanza dato numero di spire e geometria

Diameter D [mm]	<input type="text" value="10"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>
Diameter w [mm]	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>
Spacing s [mm]	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>
Turns n	<input type="text" value="6"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>
L [nH]	<input type="text" value="214.8"/>		
Height H [mm]	<input type="text" value="12.0"/>		
<input type="button" value="CALCULATE"/>			

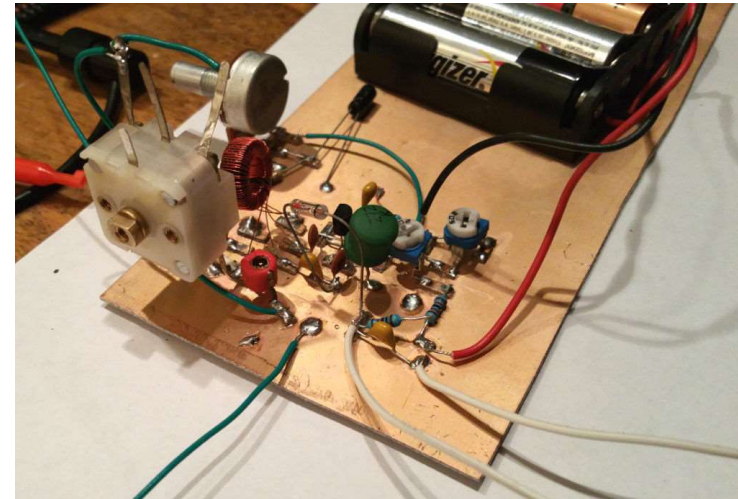
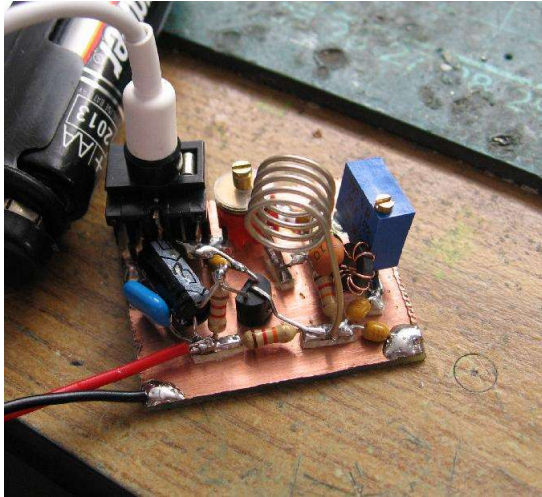
https://www.changpuak.ch/electronics/calc_21.php

<http://hamwaves.com/antennas/inductance.html>



UNIVERSITÀ
DI PAVIA

Laboratorio 4: trasmettitore FM



Dovendo funzionare in alta frequenza, il montaggio è estremamente critico. I condensatori e le induttanze utilizzati cadono nell'intervallo dei pF / nH.

I collegamenti devono essere mantenuti estremamente corti, ma al tempo stesso i componenti devono essere sistemati in modo molto ordinato. Questo per evitare contributi di induttanza e capacità parassite che possono essere confrontabili con il valore dei componenti.

