



UNIVERSITÀ DI PISA

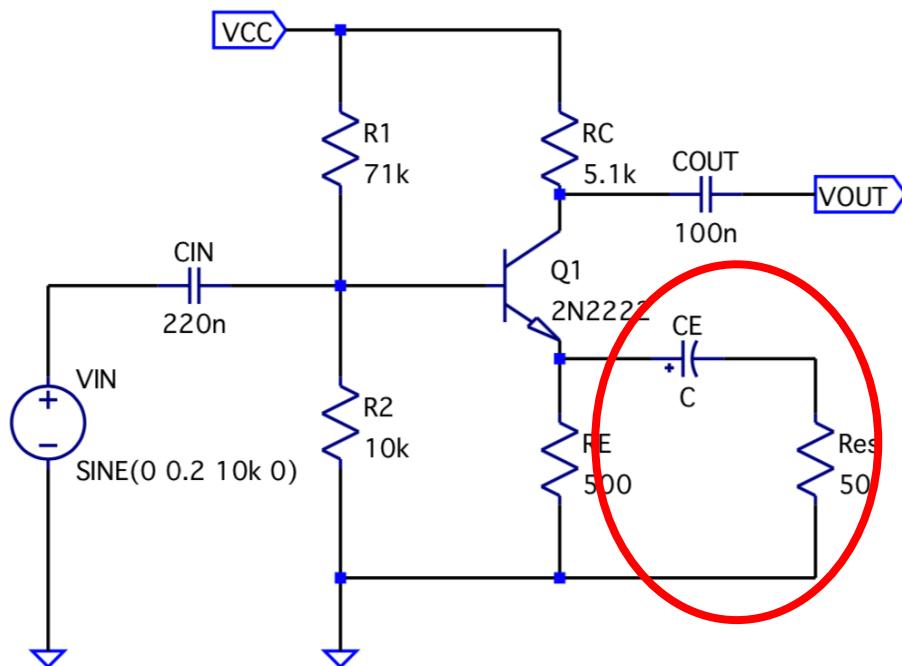
AMPLIFICATORE AD EMETTITORE COMUNE CON BJT

BREVE GUIDA PRATICA

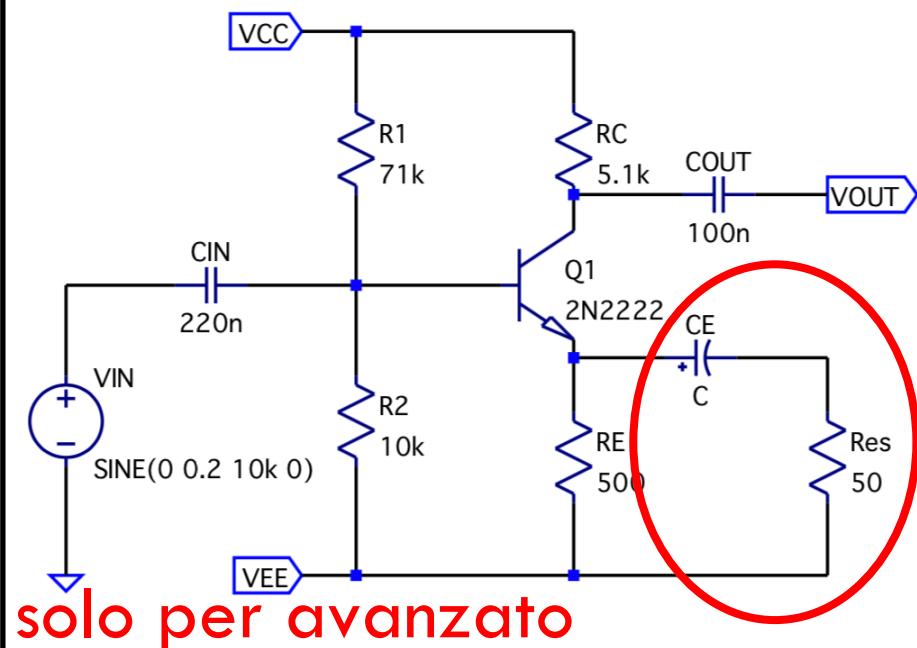
Donato Nicolò, Chiara Roda

Schema ed alimentazione del circuito

2



visto a lezione



circuito da montare

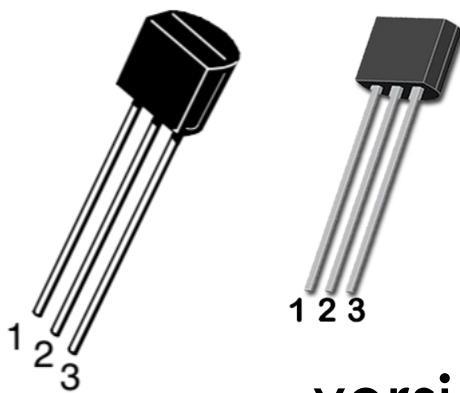
- riferimento in DC ($V_{CC}=10V$, GND) $\rightarrow V_{CC}, V_{EE}=\pm 5V$
- nessun effetto su misure di d.d.p. in DC e di tensione in AC

Piedinatura del BJT

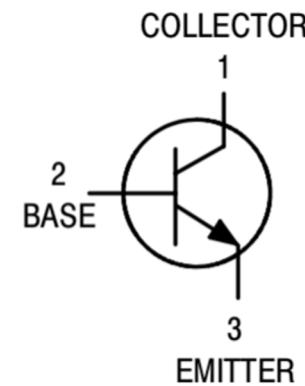
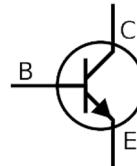
3

Occhio alla pedinatura del 2N2222. La versione disponibile nel kit ha i pin di emettitore e collettore scambiati rispetto a quella del datasheet (della ON Semiconductor) → FATE RIFERIMENTO ALLA FIGURA NELLA GUIDA (ovvero quella a sinistra)

2N2222 Transistor Pinout



1 = Emitter
2 = Base
3 = Collector



versione datasheet

Riepilogo regole di montaggio

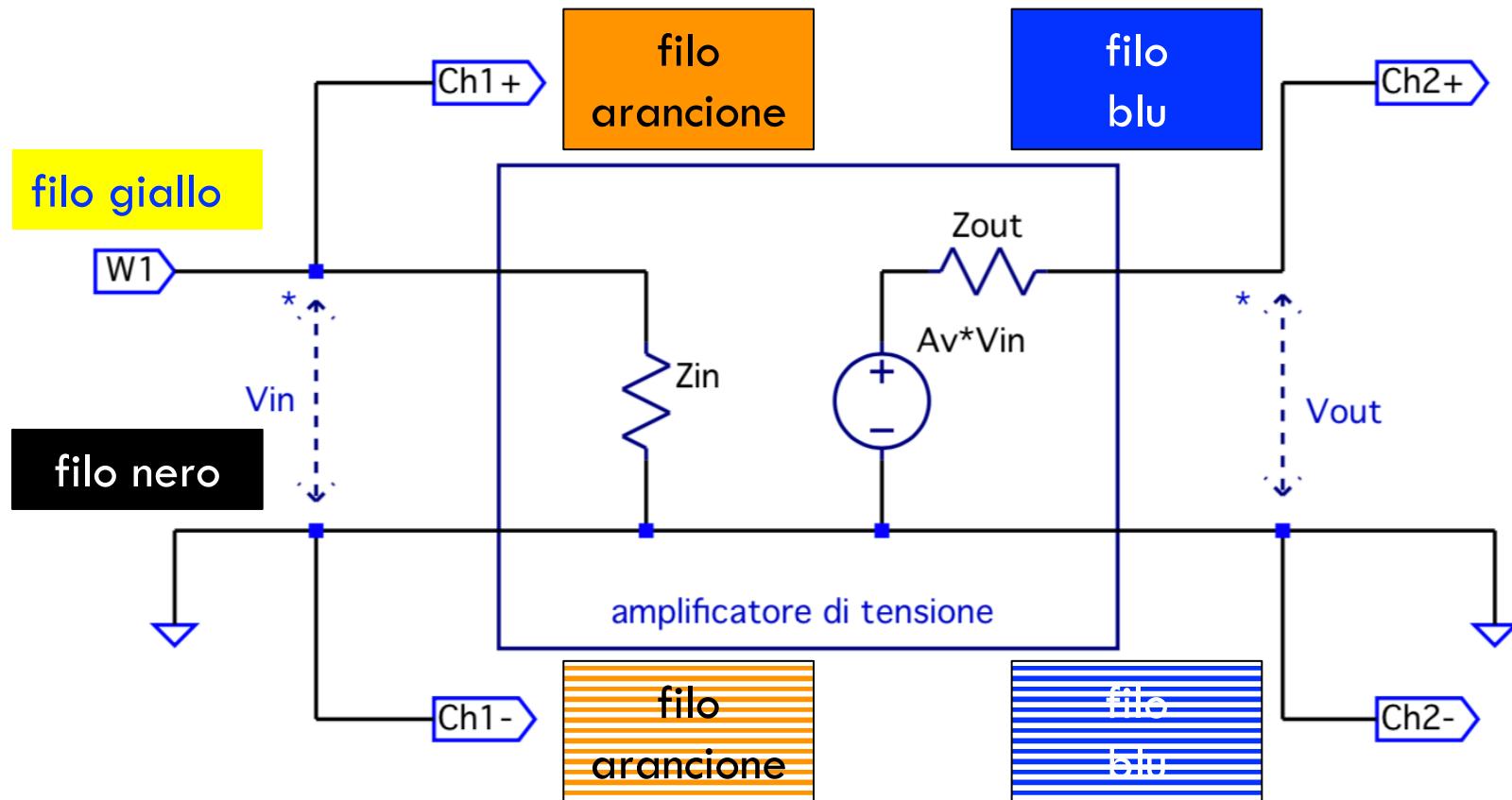
4

- Le righe lunghe in cima/fondo bordi alla basetta vanno usate ESCLUSIVAMENTE per distribuire le alimentazioni, con riferimento alla seguente convenzione sui colori
 - Rosso per VCC positivo
 - Nero per Ground
 - Bianco per VEE negativo
- Per tutti gli altri usate fili dello stesso colore dell'AD2
 - Arancione per Ch1+/-
 - Blu per Ch2+/-
 - Giallo per W1/W2
- NON divariate eccessivamente i terminali del transistor, potrebbero rompersi

Schema generale di connessione

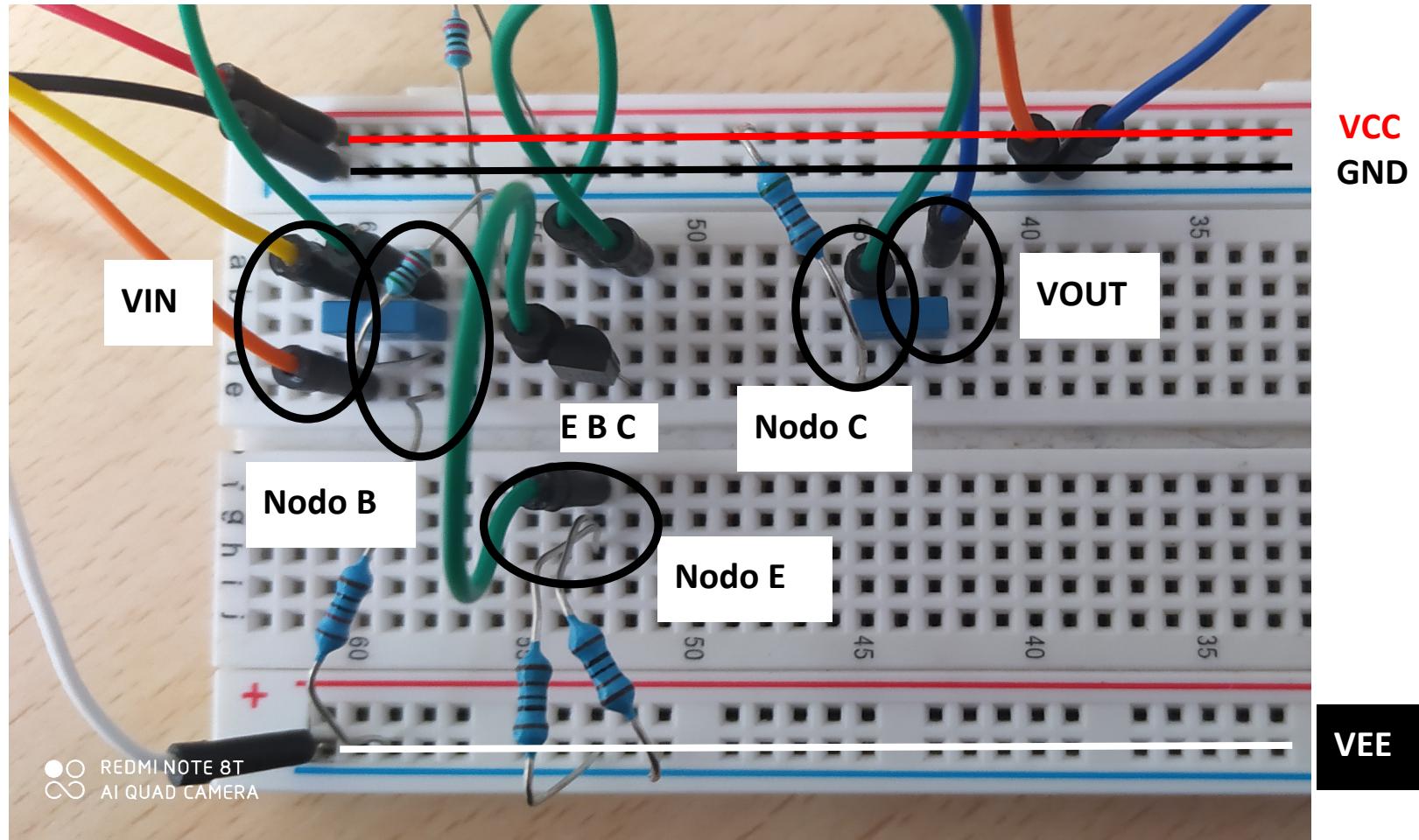
5

Vale per ogni **amplificatore di tensione** (da qui all'esame) per misure di guadagno (ev. in funzione della frequenza)



Possibile schema di montaggio

6



Verifica del punto di lavoro

7

- Misura con il Voltmetro di V_{BE}^Q , V_{CE}^Q , I_C^Q (dalla misura della d.d.p. ai capi di R_C) con Wavegen staccato e le tensioni V_{CC} e V_{EE} a $\pm 5V \leftarrow$ usate i puntali uncinati
 - Verifica del punto di lavoro (a meno di qualche per cento)
 $V_{BE}^Q \simeq 0.62 V$ $V_{CE}^Q \simeq 3.6 V$, $I_C^Q \simeq 1.15 mA$
 - Determinate indirettamente $I_B^Q = I_1 - I_2$, quindi stimate β
- Discutete la validità della relazione $R_{BB} \ll (1 + \beta)R_E$, (da cui l'indipendenza di Q da β), che è equivalente alla condizione (detta di "partitore rigido")
 $I_B^Q \ll \frac{V_{BB}}{R_{BB}} \simeq \frac{V_2}{R_2}$ (tale cioè che la tensione in base sia pressoché indipendente dalla corrente in base)

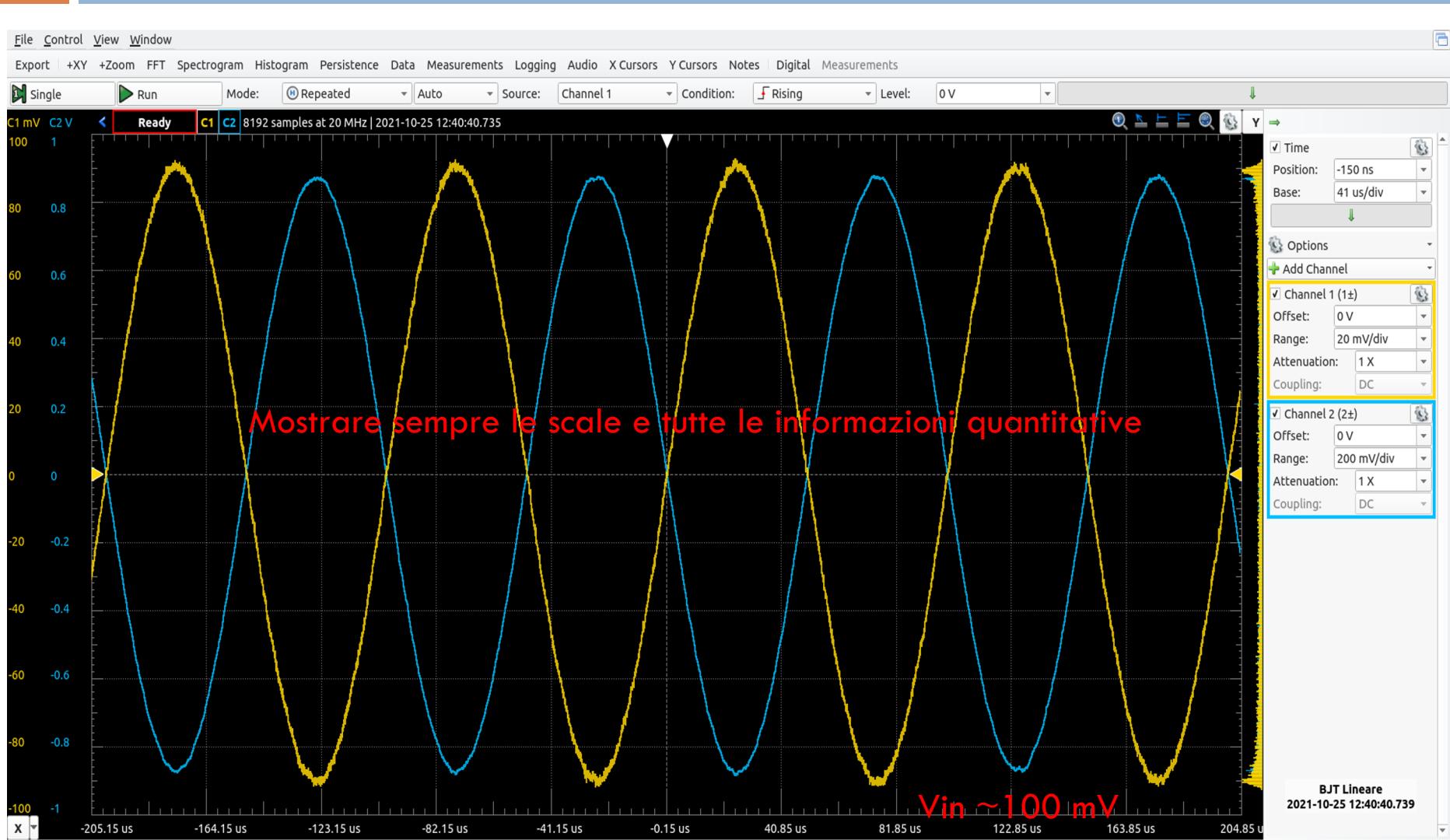
Guadagno dell'amplificatore (@ $f=10\text{kHz}$)

8

- Collegate il generatore all'ingresso del circuito e fissate V_{in} sinusoidale con $f = 10 \text{ kHz}$ (\sim centro-banda)
- Verificate che $\phi = \pi$ (amplificatore invertente)
- Misurate l'ampiezza di V_{out} al variare di V_{in} in zona lineare ed ottenete una misura di A_v
 - fit lineare, media pesata (scegliete voi)
- Aumentate l'ampiezza fino ad uscire dalla zona attiva del BJT in prossimità dei massimi e minimi di V_{in} e provate ad andare oltre
 - discutete criticamente ciò che osservate (asimmetrie, etc)

Screenshot Vin, Vout in zona lineare

9



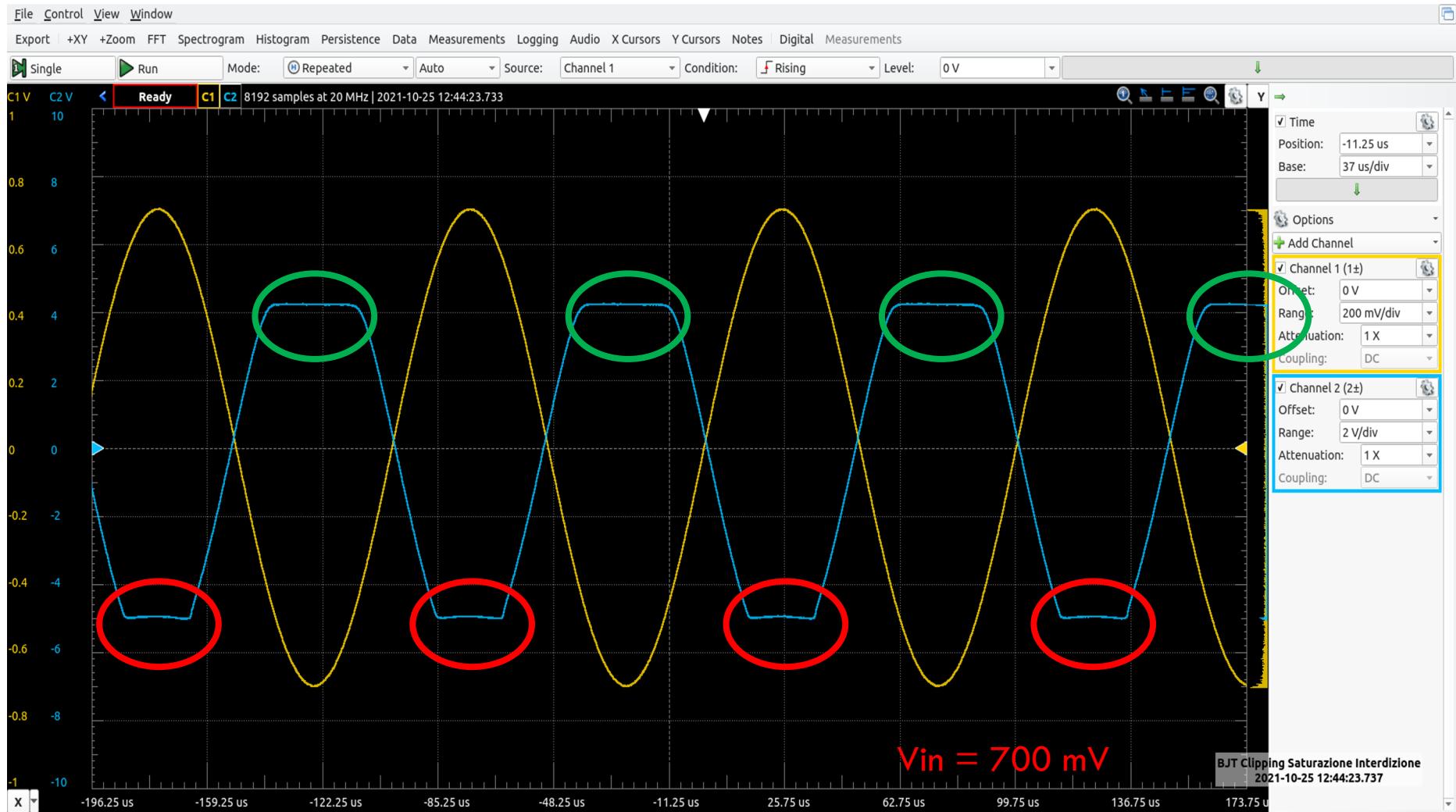
Come sopra all'inizio della saturazione

10



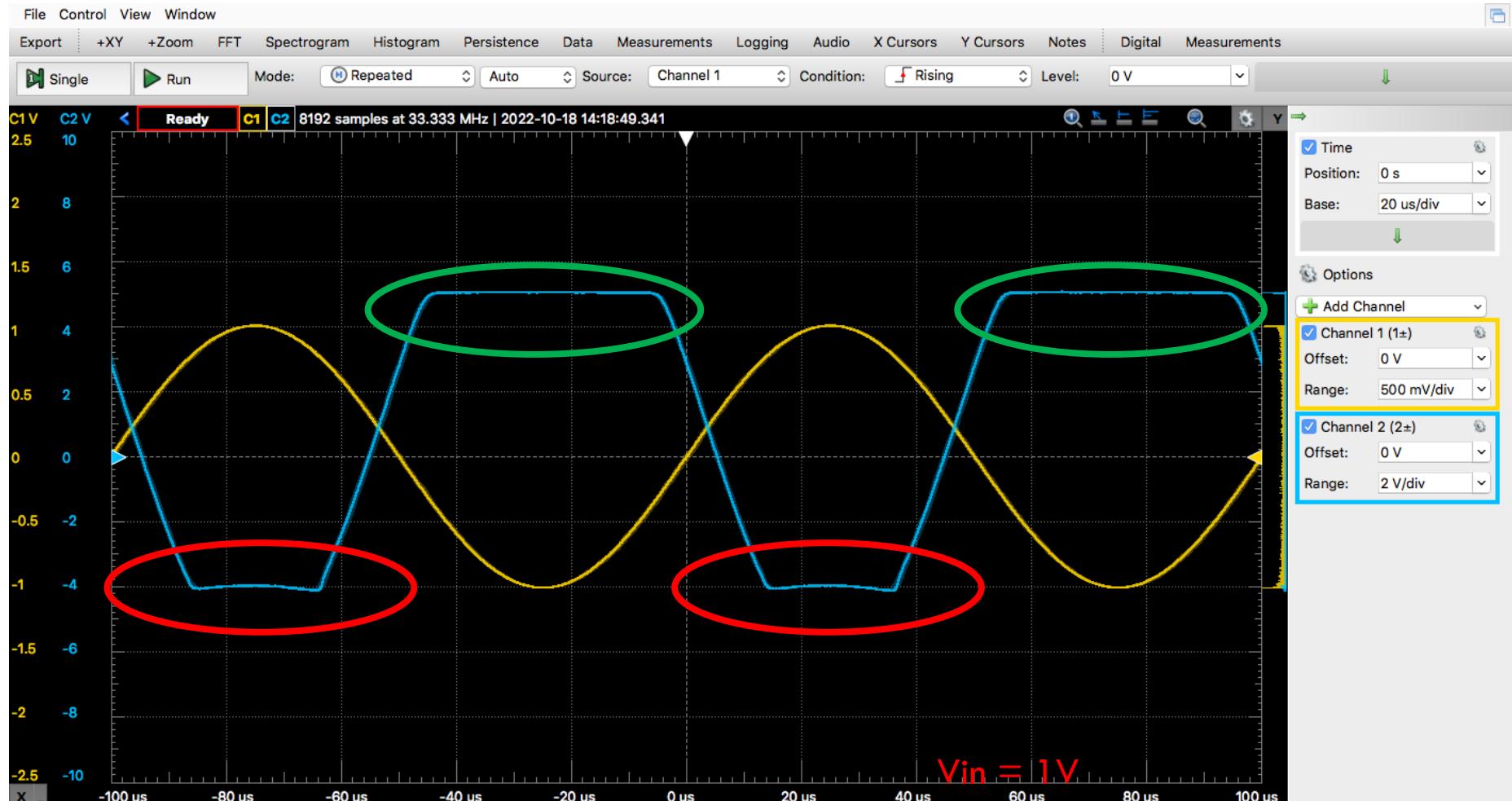
... e anche in interdizione (in AC) ...

11



... o in DC

12

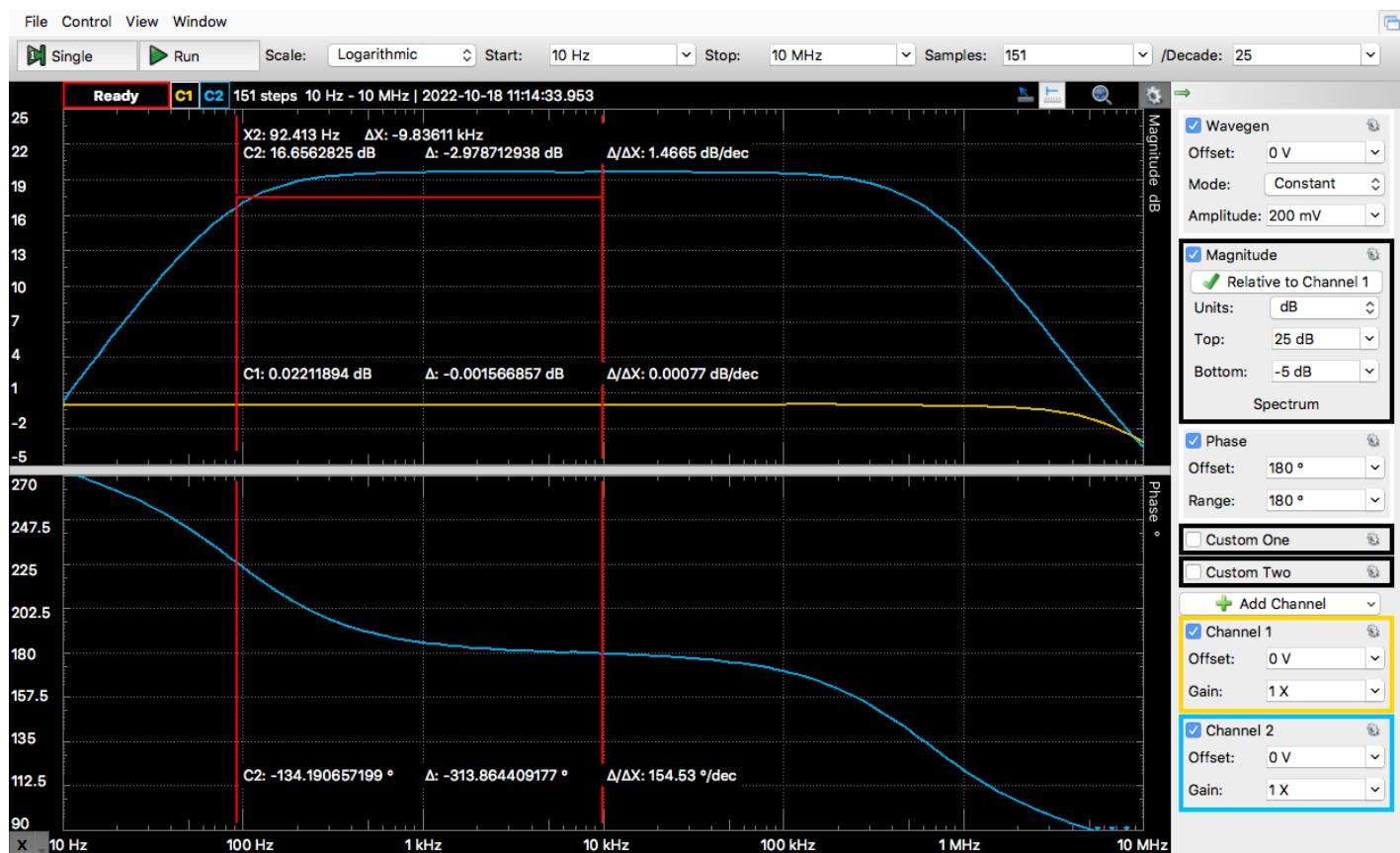


prova ad andare ancora oltre ...

Risposta in frequenza

13

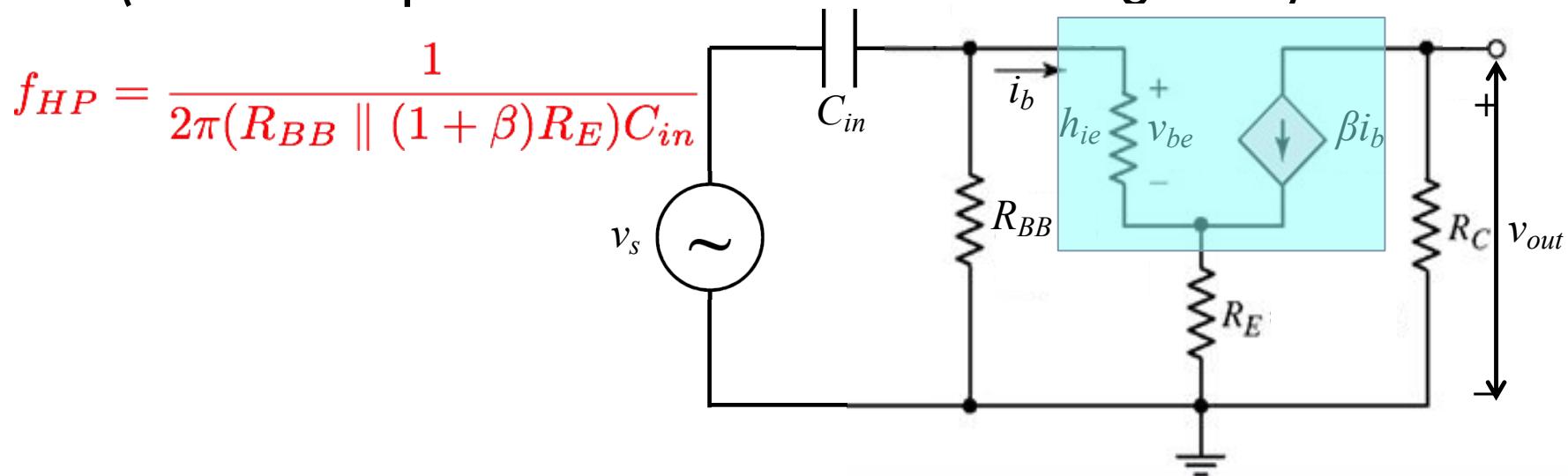
- Tenete fissa l'ampiezza di $V_{in} = 200 \text{ mV}$ e fate uno scan con il Network Analyzer tra 10 Hz e 10 MHz (eventualmente 5 MHz se Waveforms dà problemi). Guardate anche il canale 1 per capire cosa accade a 10MHz



Taglio in frequenza

Bassa frequenza

(dovuto al passa-alto sullo stadio di ingresso)



Alta frequenza (effetto Miller)

(dovuto alla capacità parassita di giunzione BC)

$$f_{LP} \approx \frac{1}{2\pi h_{ie} C_{eq}}$$

Relazione

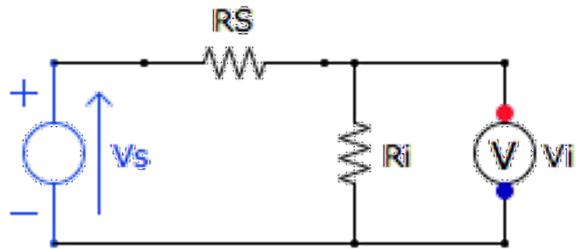
15

- Utilizzate come sorgente latex il template disponibile in una sottocartella
- Siete comunque liberi di modificarne il formato, purché si risponda puntualmente alle richieste della guida
- IMPORTANTE! Alla fine della relazione allegate uno screenshot individuale del Network Analyzer con i plot di Bode dell'amplificatore. Si devono vedere bene tutte le scale!

Calcolo impedenze ingresso/uscita

Misura mediante partitori di tensione (solo per avanzati)

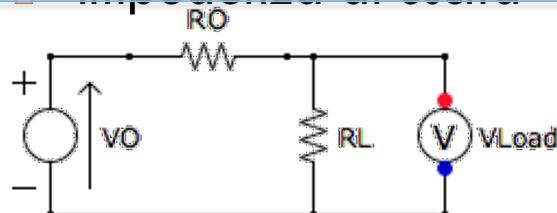
■ impedenza di ingresso



$$V_i = V_s \frac{R_i}{R_i + R_s} \implies \frac{R_s}{R_i} = \frac{V_s}{V_i} - 1$$

- Se ad es. $V_s/V_i = 2.0 \pm 5\%$, sarà $R_s/R_i = 1.0 \pm (2.0*0.05) = 1.0 \pm 0.1 = 1.0 \pm 10\% \rightarrow R_i = R_s/1.0 \pm 10\%$.

■ impedenza di uscita



$$V_L = V_o \frac{R_L}{R_L + R_o} \implies \frac{R_o}{R_L} = \frac{V_o}{V_L} - 1$$

- Se ad es. $V_o/V_L = 1.5 \pm 5\%$, sarà $R_o/R_L = 0.5 \pm (1.5*0.05) = 0.5 \pm 0.075 = 0.5 \pm 15\% \rightarrow R_o = 0.5*R_L \pm 15\%$.