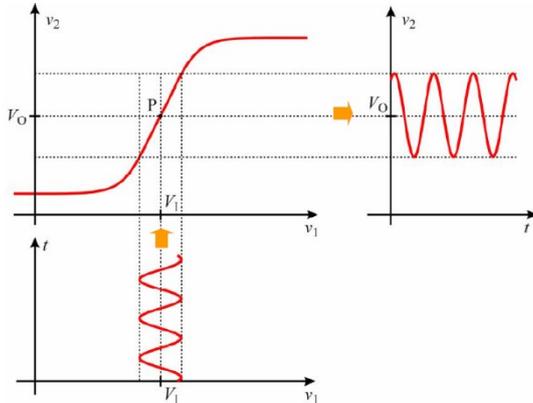


## MISURE su un amplificatore

Un amplificatore può avere un comportamento lineare solo in per unintervallo limitato dei valori delle ampiezze dei segnali di ingresso e di uscita

In particolare il livello del segnale di uscita non può superare dei valori limite (**livelli di saturazione**) dipendenti dal valore della tensione di alimentazione

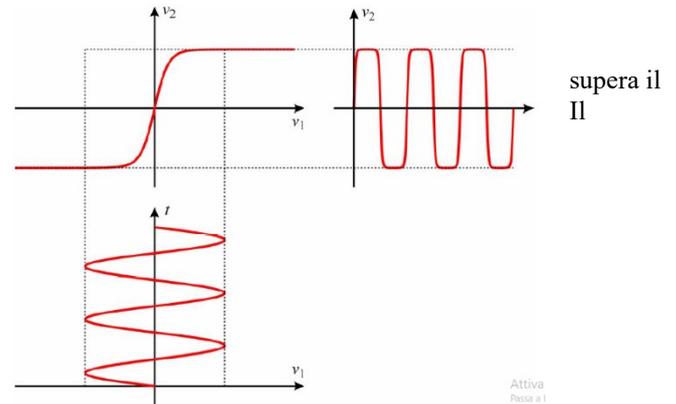
Da questo deriva un limite sull'intervallo di valori che può assumere il segnale in ingresso affinché non si abbia distorsione



Qui si vede la **caratteristica ingresso uscita di un amplificatore** che ha un tratto lineare.

Se il segnale d'ingresso varia nella zona lineare il segnale d'uscita avrà una forma identica anche se sfasata

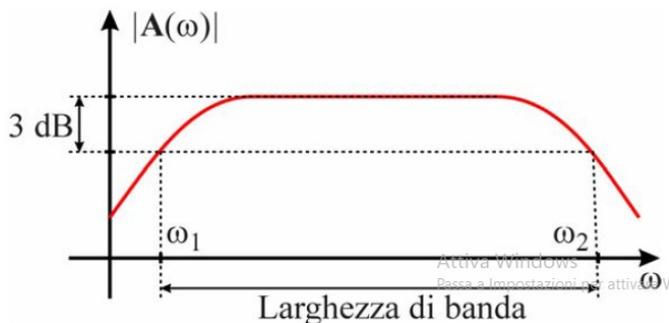
In questo caso la tensione di uscita è distorta perché la  $V_1$  valore massimo d'ingresso per rimanere nella zona di linearità. segnale distorto ha un'altra forma



Finora si è assunto che il comportamento dell'amplificatore sia puramente resistivo

Normalmente nella pratica gli effetti reattivi sono trascurabili quando i segnali hanno componenti spettrali in una banda limitata di frequenze

In particolare, di solito esiste un intervallo all'interno del quale il modulo del guadagno è praticamente indipendente dalla frequenza, mentre all'esterno il modulo del guadagno decresce



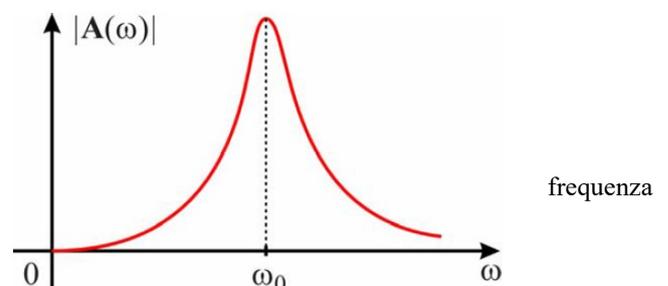
Convenzionalmente si definisce **banda passante** dell'amplificatore l'intervallo di valori di  $\omega = 2\pi f$  entro il quale le variazioni del modulo del guadagno sono inferiori a 3 dB. La differenza tra i valori di  $\omega = 2\pi f$  agli estremi dell'intervallo è detta larghezza di banda.

Questi diagrammi sono spesso dati in frequenza con scala logaritmica

Inoltre ricordiamo che  $-3dB = 20 \log \frac{1}{\sqrt{2}}$

Inoltre  $\frac{1}{\sqrt{2}} \cong 0,7$

In alcune applicazioni (in particolare in sistemi a radiofrequenza) si impiegano amplificatori la cui risposta in



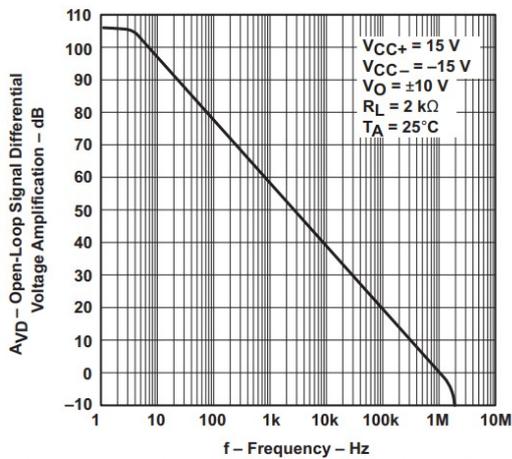
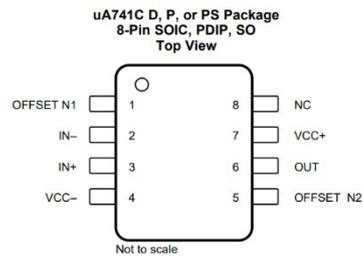
presenta un picco incorrispondenza di un particolare valore  $\omega_0$  della pulsazione e decresce molto rapidamente quando  $\omega$  si allontana da  $\omega_0$   
 Gli amplificatori di questo tipo sono detti **amplificatori accordati**

**UN ESEMPIO REALE IN LABORATORIO**

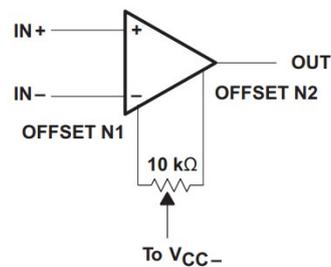
Le prove su un amplificatore riguardano proprio la verifica dell'andamento della **caratteristica ingresso uscita** e dell'andamento dell'**amplificazione al variare della frequenza**.

Un operazionale reale è il uA741

Ecco una foto, la piedinatura e l'amplificazione open loop  $A_{OL}$  in funzione della frequenza



**Figure 7. Open-Loop Large-Signal Differential Voltage Amplification vs Frequency**

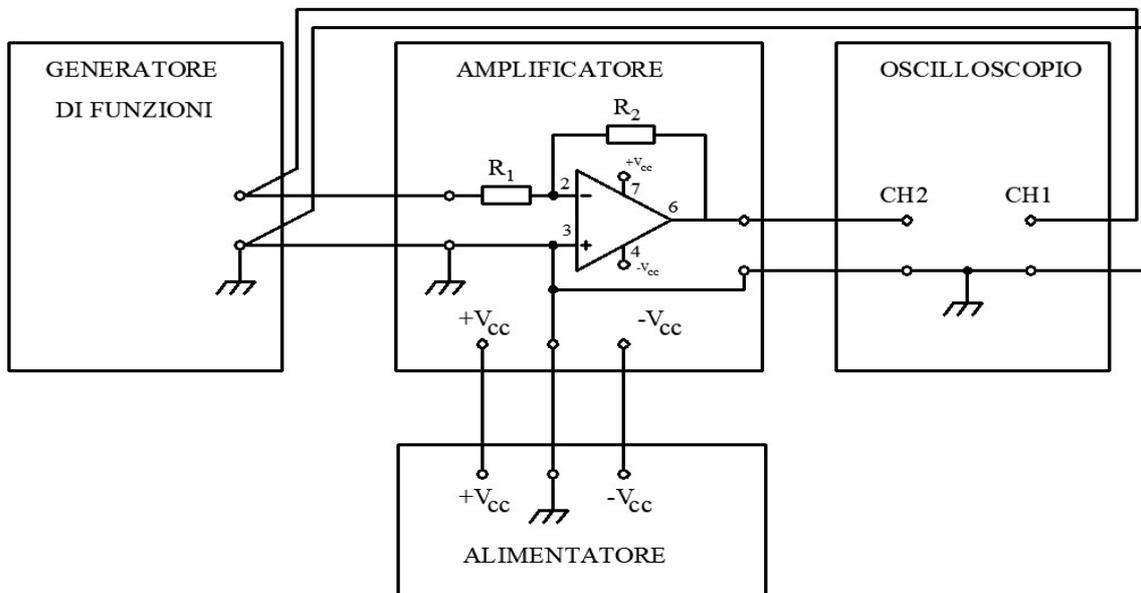


**Figure 12. Input Offset Voltage Null Circuit**

Con lo stesso schema di montaggio effettuiamo due misure

- 1) a frequenza di 1kHz fissa modifichiamo l'ampiezza di una sinusoide in ingresso aumentandola per verificare la linearità dell'amplificatore e i suoi limiti
- 2) ad una ampiezza fissa, per cui l'amplificatore abbia funzionamento lineare, variamo la frequenza per verificare la banda passante

### SCHEMA DI MONTAGGIO



Attiva Wir

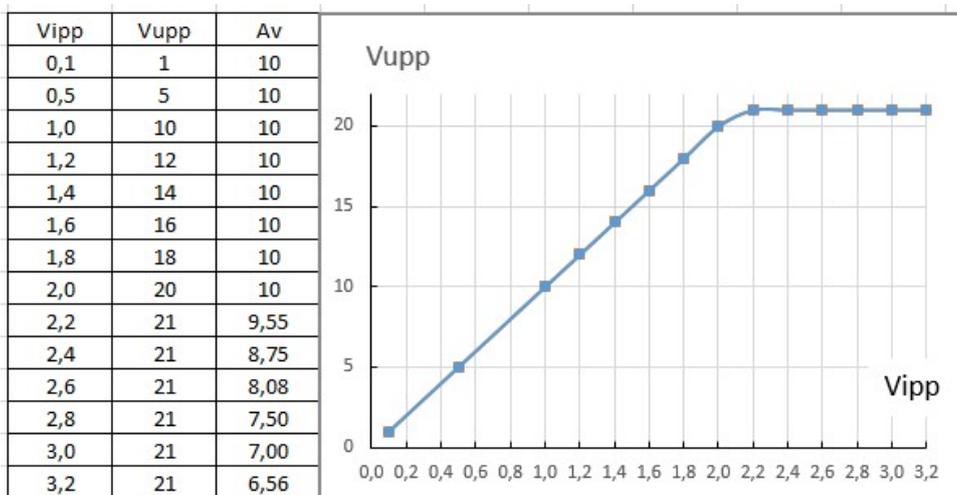
$$R_2 = 10k\Omega \quad R_1 = 10k\Omega \quad A_v = -\frac{R_2}{R_1} = 10 \quad f = 1kHz \quad V_{cc}=12V$$

Nella prima prova inseriamo una tensione in ingresso di 100mV picco-picco poi aumentiamo il valore seguendo i valori riportati in tabella.

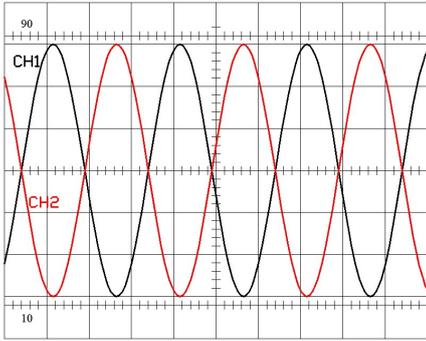
Nella stessa tabella misuriamo sullo schermo dell'oscilloscopio la tensione picco-picco in uscita e calcoliamo l'amplificazione ottenuta  $A_v$

Quindi riportiamo i dati in un grafico

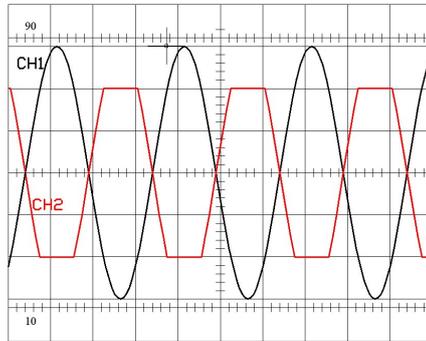
Questa è la caratteristica ingresso uscita del nostro amplificatore



La relazione tra  $V_u$  e  $V_i$  è lineare (sul grafico una retta) fino a quando l'uscita non va in saturazione ( $V_{upp}=21V$ ) e la curva piega perdendo la sua linearità.

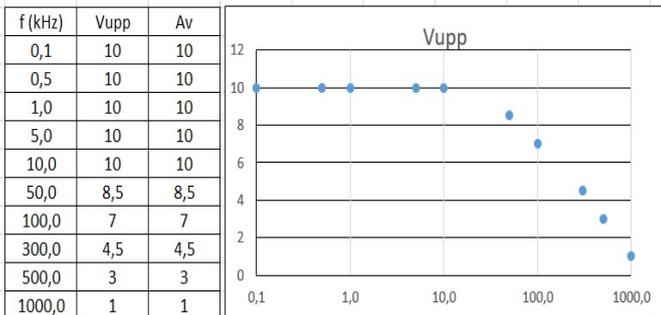


Questa è l'immagine della  $V_i$  e della  $V_u$  sull'oscilloscopio visualizzabile con valori della  $V_u$  di uscita < di 21V  
 La scala V/div è diversa, la  $V_u$  è rappresentata con una scala 10 volte più grande ed essendo l'amplificazione uguale a 10 le ampiezze di sembrano uguali.  
 L'amplificatore è invertente e quindi la  $V_u$  è sfasata di  $180^\circ$  rispetto a  $V_i$  ovvero è sempre di segno opposto rispetto a  $V_i$ .



Questa è invece l'immagine sull'oscilloscopio quando l'uscita arriva al valore di saturazione.  
 Il valore  $V_{upp}=21V$

Nella seconda prova prendiamo  $V_{ipp}$  in ingresso fissa uguale a 1V e cambiamo la frequenza seguendo i valori in tabella  
 Nella stessa tabella misuriamo sullo schermo dell'oscilloscopio la tensione picco-picco in uscita e calcoliamo l'amplificazione ottenuta  $A_v$



Notiamo che in tabella le frequenze sono in kHz quindi a 1000kHz siamo a 1MHz  
 Fino a 10 KHz l'amplificazione rimane a 10 poi incomincia a scendere man mano che la frequenza aumenta.  
 A 100 kHz siamo alla frequenza di taglio perché l'amplificazione vale  $\frac{A_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \cong 7$   
 Notate la scala delle frequenze logaritmica

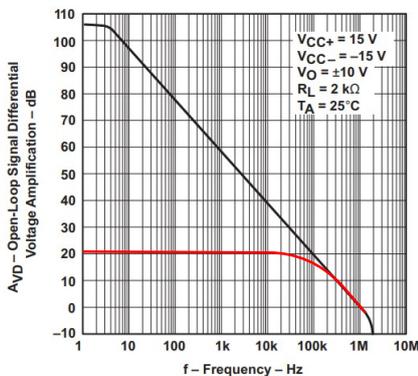
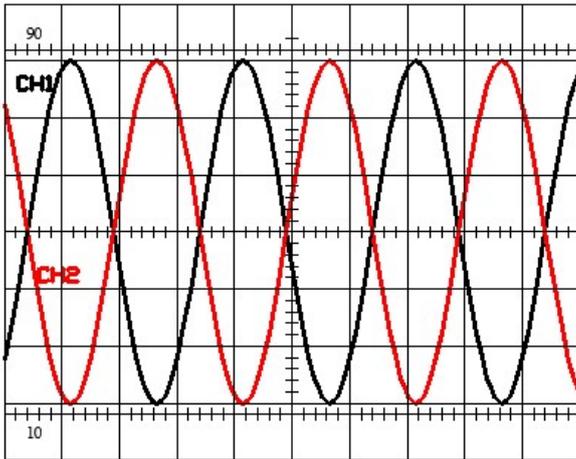
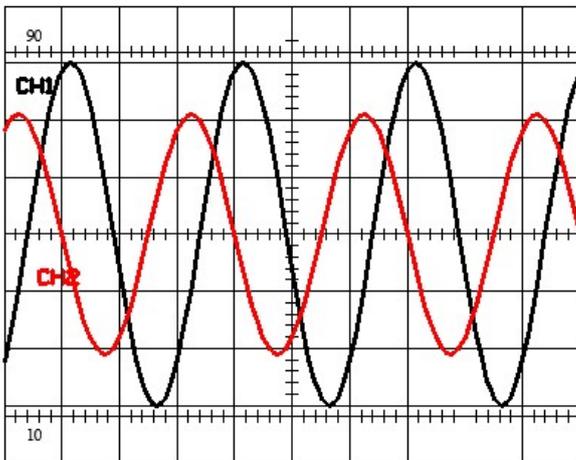


Figure 7. Open-Loop Large-Signal Differential Voltage Amplification vs Frequency

in pratica inserendo le resistenze nel circuito con l'operazionale in modo da realizzare una reazione negativa noi abbassiamo l'amplificazione ( $A_{OL}$  a basse frequenze ha valori altissimi) e allarghiamo la banda passante.  
 In rosso vediamo la curva dell'amplificazione in funzione della frequenza dell'amplificatore, in nero la curva della  $A_{OL}$  dell'operazionale senza reazione negativa  
 Qui la scala delle frequenze è in Hz ed è logaritmica  
 La scala delle ampiezze è in dB una amplificazione 10 corrisponde a 20dB



qui vediamo l'oscilloscopio con  $f = 1 \text{ kHz}$   
 la scala sul canale 2 dove vediamo  $V_u$  è 10 volte quella sul canale 1 dove vediamo  $V_i$ . Quindi  $V_u/V_i=10$   
 Lo sfasamento è di  $180^\circ$



Qui vediamo l'oscilloscopio con  $f = 100 \text{ kHz}$   
 Quindi  $V_u/V_i=7$   
 Siamo alla frequenza di taglio, oltre alla riduzione della  
 amplificazione è da notare uno sfasamento di  $180+45^\circ$