

# PRINCIPALI PARAMETRI DEGLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Ricerca ed organizzazione appunti:

*Prof. ing. Angelo Bisceglia*

Per capire le numerose caratteristiche di un Amp. Op. è opportuno prendere in esame il Data Sheet (foglio dati) dello stesso, come è riportato nei manuali tecnici forniti dal costruttore.

**Il foglio dati contiene di solito le seguenti informazioni:**

- 1) Una descrizione generale dell'Ampl. Op.**
- 2) Uno schema del circuito interno**
- 3) La configurazione dei piedini del dispositivo**
- 4) I valori massimi assoluti**
- 5) Le caratteristiche elettriche**
- 6) Le curve tipiche di comportamento**

3

Si considerano i parametri principali –  
si prenda come esempio un Ampl. Op.  
classico il 741 – dividendoli in:

- VALORI MASSIMI**
- CARATTERISTICHE ELETTRICHE**
  - Parametri di **INGRESSO**
  - Parametri di **USCITA**
- ALTRI PARAMETRI**

4

### VALORI MASSIMI

**1) TENSIONE DI ALIMENTAZIONE ( $\pm V_S$ )**

è la massima tensione (positiva o negativa) che può essere impiegata per alimentare l'Ampl. Op.

**2) DISSIPAZIONE INTERNA DI POTENZA ( $P_D$ )**

è la massima potenza che l'Ampl. Op. può dissipare ad una precisa temperatura ambientale e dipende anche dal tipo di contenitore.

**3) DIFFERENZA DI TENSIONE TRA GLI INGRESSI ( $V_{id}$ )**

è la massima tensione che può essere applicata tra gli ingressi (+) e (-).

**4) TENSIONE DI INGRESSO ( $V_{icm}$ )**

è la massima tensione di ingresso che può essere applicata contemporaneamente tra ognuno dei due ingressi e la massa; chiamata anche tensione di modo comune. Generalmente essa è uguale alla  $V_S$ .

**5) DURATA DI CORTOCIRCUITO SULL'USCITA**

è il periodo di tempo durante il quale l'uscita dell'Ampl. Op. può rimanere in corto circuito con la massa o con le tensioni di alimentazione.

5

### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Ciascuno dei parametri seguenti avrà un valore minimo, un valore tipico e/o un valore massimo

6

## PARAMETRI DI INGRESSO

### 1) Tensione di offset in ingresso ( $V_{OS}$ )

è la tensione che deve essere applicata ad uno dei terminali di ingresso per produrre una tensione di uscita uguale a zero.

*Un Ampl. Op. ideale ha una tensione d'uscita nulla.*

La **tensione di sbilanciamento** (offset) è principalmente dovuta allo stadio di ingresso dell' Ampl. Op. .

Esso è di solito costituito da un amplificatore differenziale, e poiché esistono sempre delle piccole differenze realizzative tra due transistor che costituiscono la coppia differenziale questo fatto determina delle diversità tra le tensioni continue di soglia B-E  $V_{be}$  dei due transistor e quindi un offset di tensione.

7

L'offset di tensione, che risulta di solito compresa tra 0,5 e 5 mV negli Ampl. Op. in commercio ( per il 741 tra 2 e 6 mV ), può essere compensato principalmente in due modi:

1. inserendo tra i due ingressi, invertente e non invertente, un'apposita rete di compensazione e ricercando il punto di offset nullo mediante un potenziometro;
2. collegando tra due terminali appositamente previsti per la compensazione della tensione di offset una resistenza variabile di valore compreso, a secondo dei casi, tra 10 e 100 K $\Omega$  e regolando tale resistenza - con l'Ampl. Op. a riposo - fino ad annullare la sua tensione di uscita.

8

## **2) Corrente di offset di ingresso ( $I_{OS}$ )**

**è la differenza rilevabile, con Ampl. Op. a riposo, tra le due correnti di ingresso quando la tensione d'uscita è nulla: dopo cioè che è stata compensata la tensione di offset.**

La corrente di offset è dovuta principalmente alla differenza tra i guadagni di corrente dei due transistor (asimmetrie del circuito) e anch'essa può essere compensata.

Si può definire anche il **DRIFT della corrente di offset** che rappresenta la variazione della corrente di offset rispetto alla temperatura. Si parla spesso di deriva termica.

9

## **3) Resistenza di ingresso ( $R_{IN}$ )**

**In un Ampl. Op. si possono distinguere due tipi di resistenza di ingresso:**

- **resistenza di ingresso di modo comune**
- **resistenza di ingresso di modo differenziale**

10

Si definisce **resistenza di ingresso di modo comune** quella rilevabile tra i due morsetti di ingresso, collegati in corto circuito, e la massa.

Essa corrisponde alla metà della resistenza rilevabile tra un singolo ingresso dell'Ampl. Op. e la massa.  
è dell'ordine dei  $G \Omega$ .

La **resistenza di ingresso di modo differenziale** è quella rilevabile tra i due ingressi invertente e non invertente.

Spesso i costruttori forniscono solo la resistenza di ingresso di modo differenziale in quanto, essendo la resistenza di modo comune elevata, per le applicazioni circuitali è importante soprattutto la conoscenza di quella differenziale.

Per il 741 essa è compresa tra  $0.3$  e  $2 M \Omega$

11

## PARAMETRI DI USCITA

### 1) Resistenza di uscita ( $R_{OUT}$ )

è la resistenza che l'Ampl. Op. (considerato come generatore) presenta verso il carico:

è misurata quindi tra l'uscita e la massa.

Per il 741 essa è di  $75 \Omega$

### 2) Corrente di uscita di corto circuito ( $I_{SC}$ )

è la massima corrente di uscita che l'Ampl. Op. può fornire ad un carico.

Per il 741 è di  $25 m A$ .

### 3) Massima escursione della tensione di uscita ( $V_{OUT}$ )

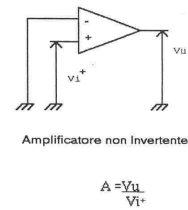
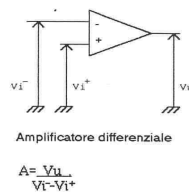
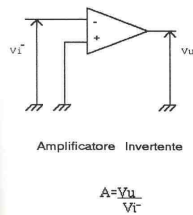
è, in funzione della resistenza di carico, la massima tensione di picco di uscita che l'Ampl. Op. può fornire senza entrare in saturazione o tagliare il segnale.

Per il 741 è  $\pm 14 V$  tipico con  $R_L = 10 K \Omega$

12

## ALTRI PARAMETRI

**1) Guadagno di tensione ad anello aperto ( A )**  
è il rapporto fra tensione di uscita e tensione di ingresso di un Ampl. Op. senza reazione esterna.



13

**2) Slew rate**  
( velocità di salita di  $V_U$  - rapidità di risposta )

è il rapporto tra un incremento  $\Delta V_U$  del segnale di uscita e l'intervallo di tempo  $\Delta t$  in cui tale incremento avviene

$$SR = \Delta V_U / \Delta t$$

si esprime in [ V /  $\mu$  sec ] .

14

**3) Rapporto di reiezione di modo comune ( CMRR )**  
è la misura della capacità dell'Ampl. Op. di non amplificare segnali presenti contemporaneamente ai due ingressi.

Corrisponde al rapporto tra il guadagno di modo differenziale e quello di modo comune.

$$CMRR = A_{DM} / A_{CM}$$

15

**4) Guadagno di tensione ad anello chiuso ( Ar )**  
è il rapporto fra tensione di uscita e tensione di ingresso di un Ampl.Op. con reazione esterna.

L'elevato guadagno ad anello aperto fa sì che raramente l'Ampl. Op. venga utilizzato in questo modo, preferendo invece reazionarlo negativamente, nel senso che, mediante componenti esterni, una parte del segnale d'uscita viene riportato al morsetto invertente, realizzando così un guadagno ad anello chiuso molto inferiore a quello ad anello aperto.

Si ha l'amplificatore *invertente* quando il segnale d'ingresso viene portato all'ingresso invertente (-) e il segnale d'uscita è sfasato di 180°.

Si ha l'amplificatore *non invertente* quando il segnale d'ingresso viene portato all'ingresso non invertente (+) e il segnale d'uscita è in fase con l'ingresso.

16