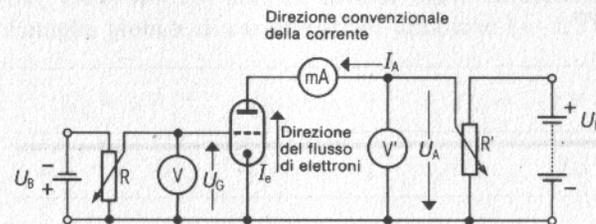


Maggiori indicazioni sulle proprietà di un tubo elettronico si ricavano dalle loro curve caratteristiche. Per curva caratteristica di un diodo intendiamo la rappresentazione grafica della relazione che sussiste fra corrente anodica e tensione anodica. Dato che nel triodo la corrente anodica dipende non solo dalla tensione anodica, ma pure specificatamente dalla tensione di griglia, la relazione fra queste tre grandezze - I_A , U_A e U_G - non può più (come per il diodo) essere rappresentata tramite un'unica curva: occorre determinarne diverse e riportarle graficamente. Si ottiene cioè una famiglia di curve caratteristiche (= campo di caratteristiche). In pratica le più usate sono due famiglie di curve caratteristiche, la famiglia $I_A - U_A$ (caratteristiche anodiche) e la famiglia $I_A - U_G$ (caratteristiche mutue). Il circuito da usare per determinare queste famiglie di caratteristiche è mostrato in figura. Mediante il potenziometro R viene applicata una tensione continua fra griglia e catodo. Questa tensione di griglia U_G viene misurata con il voltmetro V . Analogamente, mediante il potenziometro R' si applica una seconda tensione continua fra anodo e catodo. Tale tensione, la tensione anodica U_A viene misurata con il voltmetro V' . Per misurare la relativa corrente anodica si impiega il milliamperometro mA (*).

(*) Sugli strumenti di misura si veda il programma d'insegnamento "Amperometri e voltmetri" Cpe 03.



Domanda 7

Tra le due tensioni continue nel circuito anodico e nel circuito di griglia ci sono due importanti differenze. La prima consiste nel fatto che generalmente la tensione anodica è di uno o due ordini di grandezza superiore in valore alla tensione di griglia. La seconda si può osservare anche nello schema di circuito illustrato. Cercate di identificarla e di esprimerla in brevi parole nel vostro quaderno degli esercizi. (Un piccolo aiuto: osservate soprattutto come risultano collegate le due sorgenti di tensione continua U e U')!

Risposta 6

b) Una tensione di circa $-1V$.

La famiglia di caratteristiche (anodiche) $I_A - U_A$ indica graficamente la relazione fra corrente anodica e tensione anodica, per una data tensione costante di griglia (diversa per ogni curva). Proviamo ad immaginarci, sulla base del circuito riportato nella Lezione 7, come si potrebbe rilevare la citata famiglia di curve caratteristiche. Fissiamo per prima cosa una data tensione di griglia, per es. $U_G = 0V$. Fissiamo poi un valore moderato della tensione anodica, p.e. 50V, e leggiamo la corrente anodica corrispondente, p.e. sia 1 mA. Aumentiamo quindi la tensione anodica a 100 V, leggiamo la corrispondente corrente anodica, sia ora 2,5 mA, e proseguiamo in modo analogo con altri valori. Notiamo tutti i valori misurati e fissati, e riportiamoli in una tabella, circa come quella indicata in calce.

Ripetiamo poi l'intero procedimento per altri valori della tensione di griglia. Ossia, fissiamo ad es. la $U_G = -1V$, e determiniamo per diversi valori della tensione anodica le corrispondenti correnti anodiche; poi fissiamo un altro valore ancora per U_G , determiniamo i valori dei diversi U_A ed I_A , e così via. Tutti i valori misurati e riportati ordinatamente nella tabella li riportiamo poi come punti in un sistema di assi coordinati cartesiani - asse orizzontale delle ascisse I_A , asse verticale delle ordinate U_A . I punti che corrispondono ad un valore costante della tensione di griglia li uniamo con una curva continua, ed otteniamo così le singole curve caratteristiche, per es. per $U_G = 0V$, $U_G = -1V$, ecc. Le diverse curve caratteristiche costituiscono la famiglia globale di caratteristiche anodiche $I_A - U_A$ del nostro triodo.

$U_G = 0V$		$U_G = -1V$		$U_G = -2V$		$U_G = -3V$	
U_A	I_A	U_A	I_A	U_A	I_A	U_A	I_A
50 V	1,0 mA						
100 V	2,5 mA	100 V	0,7 mA				
150 V	4,5 mA	150 V	2,0 mA	150 V	0,5 mA		
		200 V	3,9 mA	200 V	1,5 mA	200 V	0,2 mA
		250 V	6,0 mA	250 V	3,2 mA	250 V	1,2 mA
				300 V	5,0 mA	300 V	2,7 mA
						350 V	4,7 mA

Domanda 8

Provate a tracciare, in base ai dati numerici riportati nella tabella, la famiglia di caratteristiche $I_A - U_A$ del nostro triodo preso ad esempio.

Risposta 7

La seconda differenza sta nella polarità dei collegamenti delle due sorgenti di tensione agli elettrodi del triodo. La griglia risulta negativa rispetto al catodo, l'anodo positivo.

Per il rilevamento della famiglia di caratteristiche (mutue) $I_A - U_G$ usiamo ancora il circuito indicato nella Lezione 7. Questa famiglia di caratteristiche è rilevata misurando la corrente anodica in funzione della tensione di griglia per un dato valore di tensione anodica, diverso ma costante per ciascuna curva. Si può fissare ad es. $U_A = 100V$, $U_G = -1V$, e misurare il corrispondente valore I_A della corrente anodica, supponiamo nel nostro esempio $0,7 \text{ mA}$. Mantenendo invariata la tensione anodica si provvede a modificare la tensione U_G di griglia ed a leggere la corrispondente corrente anodica I_A , e così via per diversi valori di U_G . Riportando le coppie di valori misurati come punti su di un diagramma cartesiano (asse verticale delle ordinate I_A , asse orizzontale delle ascisse U_G) (si noti che, essendo la tensione di griglia negativa, i relativi valori si riportano sulle ascisse dallo 0 verso sinistra), otteniamo una delle curve caratteristiche della famiglia $I_A - U_G$, per es. quella per $U_A = 100V$. Ripetendo l'intero procedimento per altri valori della tensione anodica si ottengono le altre curve caratteristiche.

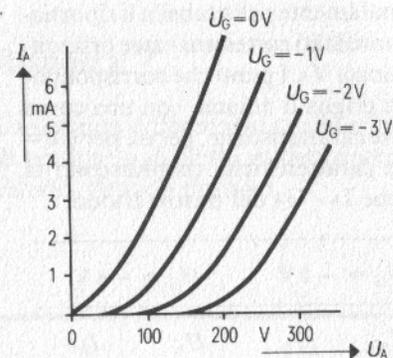
I valori misurati vengono riportati preliminarmente in una tabella e quindi, come già detto, in un sistema di coordinate cartesiane per ricavare graficamente le relative curve.

$U_A = 100 \text{ V}$		$U_A = 200 \text{ V}$		$U_A = 300 \text{ V}$	
U_G	I_A	U_G	I_A	U_G	I_A
0 V	2,5 mA				
-0,5 V	1,5 mA	-0,5 V	4,7 mA		
-1,0 V	0,7 mA	-1,0 V	3,9 mA		
-1,5 V	0,2 mA	-1,5 V	2,7 mA	-1,5 V	5,8 mA
		-2,0 V	1,5 mA	-2,0 V	5,0 mA
				-2,5 V	3,5 mA
				-3,0 V	2,7 mA

Domanda 9

Tracciate, in base ai valori numerici della tabella portata ad esempio, la famiglia di curve caratteristiche $I_A - U_G$.

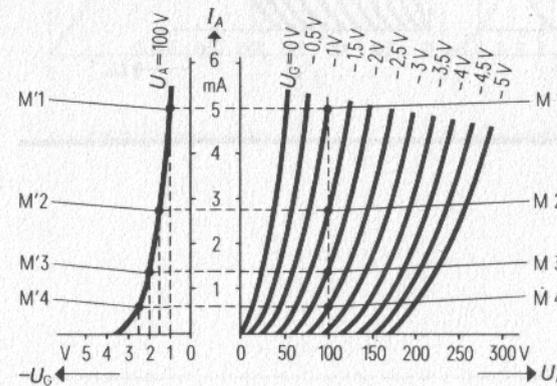
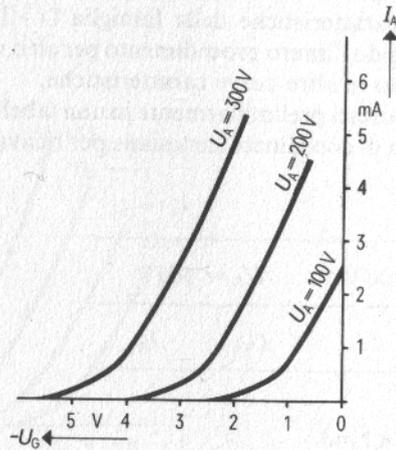
Risposta 8



Le proprietà dei triodi possono essere descritte sia dalla famiglia di curve caratteristiche $I_A - U_A$ che dalla famiglia di curve $I_A - U_G$. Poichè tali proprietà si riferiscono al medesimo triodo, fra le due famiglie di curve esiste una stretta relazione grafica. Questa relazione ci consente, disponendo di una delle due famiglie di curve, di ricavare con una costruzione grafica una delle curve dell'altra famiglia. Se per esempio disponiamo della famiglia di curve $I_A - U_A$ di un dato triodo, possiamo ricavare per via grafica una o tutte le curve della famiglia $I_A - U_G$ dello stesso triodo. In figura abbiamo illustrato questo metodo di costruzione grafica per la curva caratteristica (mutua) corrispondente a $U_A = 100V$.

Sul diagramma che riporta la famiglia di curve $I_A - U_A$ tracciamo la verticale che passa per l'ascissa $U_A = 100V$; questa interseca le varie curve per $U_G = -1V, -1,5V, -2V$ ecc. nei punti M1, M2, M3 e così via. Da questi punti tracciamo una linea orizzontale sino a intersecare, nel diagramma $I_A - U_G$, le ordinate condotte per i valori corrispondenti di U_G ; otteniamo così i punti M'1, M'2, M'3 ecc., rispettivamente corrispondenti a M1, M2, M3 ecc. Congiungendo i punti M'1, M'2, M'3 ecc., con una linea continua otteniamo una delle curve caratteristiche della famiglia $I_A - U_G$, precisamente quella relativa a $U_A = 100V$. Le altre curve possono essere ricavate graficamente allo stesso modo.

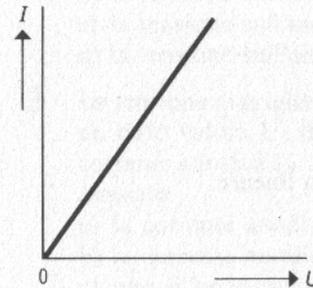
Risposta 9



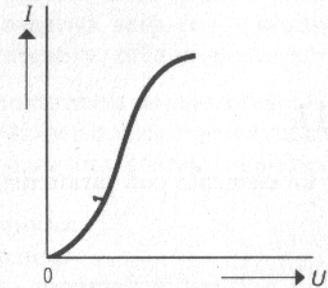
Domanda 10

Con la costruzione grafica indicata, tracciate accanto alla curva per $U_A = 100V$ quella per $U_A = 200V$.

I componenti elettronici possono venire classificati in base a diversi criteri. Uno di tali criteri di classificazione fa riferimento all'andamento della curva caratteristica corrente/tensione del dato componente, ossia dalla relazione fra la corrente e la tensione applicata. La curva caratteristica tipica per una resistenza ohmica è indicata in figura a. La corrente I attraverso una resistenza ohmica aumenta in modo direttamente proporzionale alla tensione applicata U . Vi sono invece diversi componenti elettronici la cui curva caratteristica corrente/tensione non ha andamento lineare; ne è esempio la curva caratteristica di un diodo (figura b). Si distingue quindi fra i componenti con curve caratteristiche lineari e non lineari, sommariamente fra elementi lineari e non lineari.



a) Curva caratteristica lineare



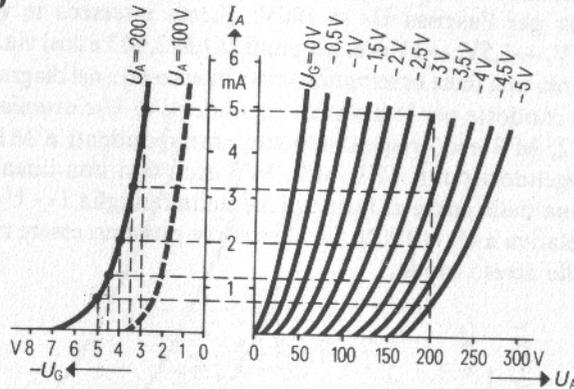
b) Curva caratteristica non lineare

Domanda 11

Considerate l'andamento delle curve caratteristiche di un triodo e poi decidete se:

- a) il triodo è un elemento con caratteristica lineare,
- b) il triodo è un elemento con caratteristica non lineare.

Risposta 10



Risposta 11

b) Il triodo è un elemento con caratteristica non lineare.

1^a Prova Intermedia

Le domande della prova intermedia si riferiscono alle lezioni del programma d'insegnamento che le precedono. Se non siete in grado di rispondere correttamente a tutti i quesiti, ripassate accuratamente la materia di studio relativa a tali quesiti.

- 1 L'ordine in cui si succedono, a partire dal filamento, gli elettrodi di un triodo, è il seguente:
 - a) catodo, anodo, griglia;
 - b) anodo, catodo, griglia;
 - c) catodo, griglia, anodo;
 - d) anodo, griglia, catodo.
- 2 Normalmente, in un triodo
 - a) la tensione sull'anodo è positiva, sulla griglia positiva;
 - b) la tensione sull'anodo è positiva, sulla griglia negativa;
 - c) la tensione sull'anodo è negativa, sulla griglia positiva;
 - d) la tensione sull'anodo è negativa, sulla griglia negativa;
- 3 La tensione di griglia di un triodo abbia un valore fisso: $U_G = -3V$. Per un dato valore U_A della tensione anodica scorre una corrispondente corrente anodica I_A . Aumentiamo ora la tensione anodica. Conseguentemente:
 - a) la corrente anodica diminuisce,
 - b) la corrente anodica aumenta,
 - c) non si ha variazione della corrente anodica.
- 4 La curva caratteristica $I_A - U_G$ di un triodo è la rappresentazione grafica della relazione che esiste fra:
 - a) la corrente anodica e la tensione di griglia, per tensione anodica costante,
 - b) la corrente anodica e la tensione anodica, per tensione di griglia costante,
 - c) la tensione anodica e la corrente anodica per tensione di griglia costante.