



Diodo a tubo

REGISTRAZIONE DELLA CARATTERISTICA DI UN DIODO A TUBO.

- Registrazione delle caratteristiche di un diodo a tubo per tre diverse tensioni di riscaldamento del catodo.
- Identificazione dell'area di carica spaziale e di saturazione.
- Conferma della legge di *Schottky-Langmuir*.

UE3070100

02/17 UK

BASI GENERALI

Un diodo a tubo è un recipiente di vetro evacuato in cui si trovano due elettrodi: un catodo riscaldato, dal quale vengono liberati elettroni attraverso l'effetto termoionico, e un anodo (vedere la Fig. 1). Attraverso una tensione positiva tra catodo e anodo si genera una corrente di emissione supportata da elettroni liberi verso l'anodo (corrente anodica). Se questa tensione è ridotta, la corrente anodica viene ostacolata dalla carica spaziale degli elettroni liberati, in quanto questi schermano il campo elettrico nei confronti del catodo. Con l'incremento della tensione anodica, le linee di campo si insinuano più in profondità nello spazio davanti al catodo e la corrente anodica aumenta. L'aumento avviene fino a quando la carica spaziale davanti al catodo viene eliminata e quindi fino al raggiungimento del valore di saturazione della corrente anodica. Al contrario, gli elettroni non possono arrivare all'anodo se su di esso non è presente una tensione negativa sufficientemente elevata e quindi la corrente anodica è nulla.

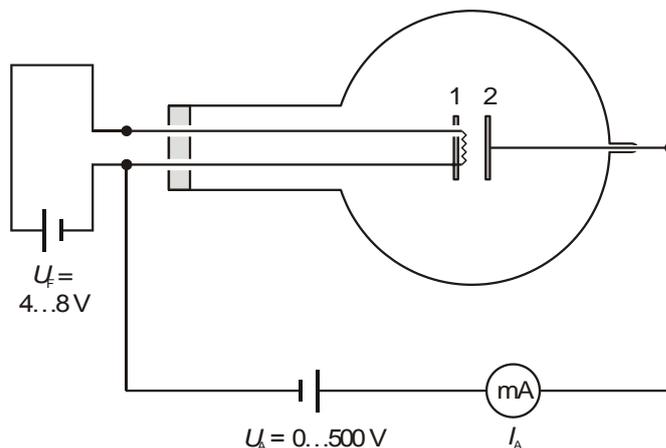


Fig. 1: Collegamento (sopra) e struttura sperimentale (sotto) per la registrazione delle caratteristiche di un diodo a tubo per diverse tensioni di riscaldamento del catodo.
(1) catodo,
(2) anodo



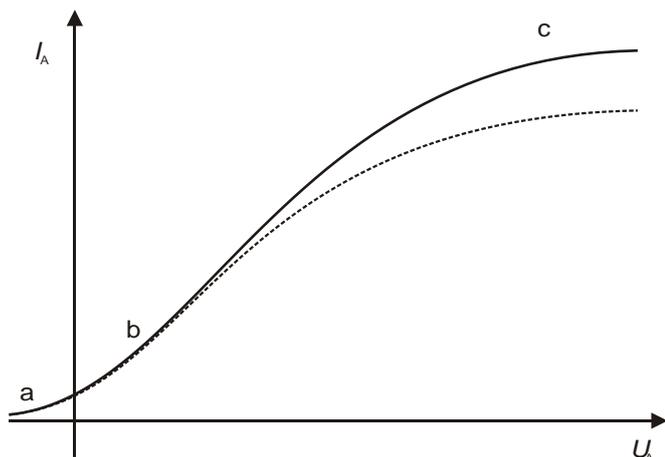


Fig. 2: Caratteristica di un diodo a tubo. (a) Area di corrente di avviamento, (b) area di carica spaziale, (c) area di saturazione

La dipendenza della corrente anodica I_A dalla tensione anodica U_A viene definita come caratteristica del diodo a tubo (vedere la Fig. 2). Si opera una distinzione tra area di forza controelettromotrice, area di corrente di avviamento, area di carica spaziale e area di saturazione.

Nell'area di forza controelettromotrice, l'anodo si trova ad un potenziale negativo rispetto al catodo. Gli elettroni non possono avvicinarsi al campo elettrico e pertanto non è presente alcuna corrente anodica.

Nell'area di corrente di avviamento la tensione anodica è negativa ma il suo valore è inferiore a 1 V. Alcuni elettroni veloci sono in grado di raggiungere l'anodo nonostante la forza controelettromotrice. È presente una corrente anodica I_A , la cui dipendenza dalla tensione anodica U_A può essere rappresentata sotto forma di funzione esponenziale.

Nell'area di carica spaziale la tensione anodica è positiva ed è notevolmente inferiore a 100 V. La dipendenza della corrente anodica I_A dalla tensione anodica viene descritta dalla legge *Schottky-Langmuir*:

$$I_A \sim U_A^{\frac{3}{2}} \text{ o } I_A^{\frac{2}{3}} \sim U_A$$

Nell'area di saturazione, la corrente anodica dipende dalla temperatura del catodo. Questa può essere aumentata con un incremento della tensione di riscaldamento U_F .

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1 Diodo S	1000613 (U185501)
1 Portatubi S	1014525 (U185001)
1 Alimentatore CC 0–500 V @230 V	1003308 (U33000-230)
o	
1 Alimentatore CC 0–500 V @115 V	1003308 (U33000-115)
1 Multimetro analogico ESCOLA 100	1013527 (U8557380)
1 Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti	1002843 (U138021)

NORME DI SICUREZZA

I tubi catodici incandescenti sono bulbi in vetro a pareti sottili, sotto vuoto. Maneggiare con cura: rischio di implosione!

- Non esporre i diodi a sollecitazioni meccaniche.

- Non esporre il cavo di collegamento degli anodi a sollecitazioni alla trazione.

Durante il funzionamento del diodo con l'alimentatore CC 500 V, sul pannello di collegamento possono essere presenti tensioni che rendono pericoloso il contatto.

- Per i collegamenti utilizzare esclusivamente cavi di sperimentazione di sicurezza.
- Eseguire i collegamenti soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.
- Montare e smontare il diodo soltanto con gli apparecchi di alimentazione disinseriti.

Durante il funzionamento il collo del tubo si riscalda.

- Lasciare raffreddare il diodo prima di rimuoverlo.

MONTAGGIO

Nota: Disinserire l'alimentatore CC 500 V (impostare l'interruttore a levetta su "0"), ruotare tutte le manopole di regolazione verso la battuta sinistra e collegare l'apparecchio alla rete solo al termine del cablaggio

Montaggio del diodo:

- Inserire il diodo nel reggitubo. Assicurarsi che gli spinotti di contatto dei tubi si innestino a fondo nelle apposite aperture del supporto. Lo spinotto di guida intermedio dei tubi deve sporgere leggermente dietro sul supporto.

Collegamento della tensione di accensione:

- Collegare i jack F3 e F4 del portatubi all'uscita della tensione di accensione 4-8 V dell'alimentatore CC 500 V tramite i cavi di sicurezza per esperimenti.

Tensione di accelerazione / corrente anodica:

- Collegare il jack C5 del portatubi al polo negativo (jack nero) dell'uscita 0-500 V dell'alimentatore CC 500 V tramite i cavi di sicurezza per esperimenti (i connettori C5 e F4 sono già collegati tra loro all'interno dei tubi).
- Collegare il polo positivo (jack rosso) all'ingresso positivo dell'amperometro CC tramite i cavi di sicurezza per esperimenti.
- Collegare il cavo degli anodi (cavo rosso sul bulbo in vetro del diodo) mediante l'ingresso negativo dell'amperometro CC.

ESECUZIONE

- Collegare l'alimentatore CC 500 V alla rete e accenderlo (impostare l'interruttore a levetta su "1").
- Impostare la tensione di accensione $U_F = 6$ V e attendere ca. 1 minuto fino al raggiungimento della temperatura finale.
- Aumentare la tensione anodica U_A a 0 V a partire da fasi comprese tra 20 e 100 V fino a fasi comprese tra 50 e 450 V. Inoltre, misurare di volta in volta la corrente anodica I_A .
- Registrare ulteriori serie di misurazioni per $U_F = 6,3$ V e 6,6 V.
- Inserire i punti di misurazione di tutte e tre le serie in un unico grafico I_A-U_A .

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Tab. 1: Corrente anodica I_A in funzione della tensione anodica U_A per tre diverse tensioni di accensione U_F

	$U_F = 6,0 \text{ V}$	$U_F = 6,3 \text{ V}$	$U_F = 6,6 \text{ V}$
U_A / V	I_A / mA	I_A / mA	I_A / mA
0	0,04	0,06	0,08
20	0,55	0,59	0,71
40	1,28	1,42	1,59
60	1,62	2,18	2,54
80	1,79	2,50	3,41
100	1,80	2,61	3,95
150	1,85	2,75	4,58
200	1,90	2,79	4,70
250	1,90	2,82	4,78
300	1,94	2,88	4,82
350	1,97	2,90	4,86
400	1,98	2,95	4,90
450	1,98	2,97	4,98

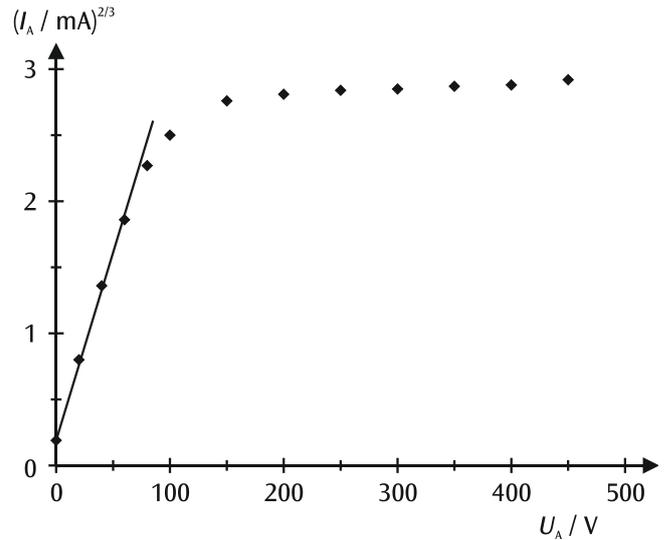


Fig. 4: Rappresentazione $I_A^{2/3}$ in funzione di U_A , per $U_F = 6,6 \text{ V}$. Conformemente alla legge Schottky-Langmuir l'andamento nell'area di carica spaziale è lineare.

La fig. 3 mostra i valori misurati della tab. 1 sotto forma di grafico. Sono chiaramente riconoscibili l'area di carica spaziale e l'area di saturazione. La corrente di saturazione aumenta con tensione di accensione U_F costante.

Le correnti I_A misurate con tensione di accensione $U_F = 6,6 \text{ V}$ sono convertite nei valori $I_A^{2/3}$ nella figura 4. Conformemente alla legge Schottky-Langmuir la dipendenza dalla tensione anodica U_A è lineare fino a tensioni di 50 V.

ANALISI

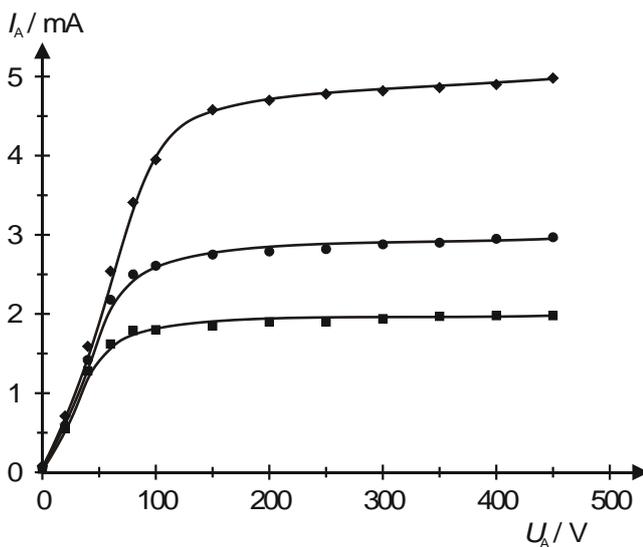


Fig. 3: Curve caratteristiche del diodo a tubo per le tensioni di accensione $U_F = 6,0 \text{ V}$ (quadrato), $6,3 \text{ V}$ (cerchio) e $6,6 \text{ V}$ (rombo).

RISULTATO

Area di forza controelettromotrice e di corrente di avviamento: poiché gli elettroni escono dal catodo con un'energia cinetica $E_{kin} > 0$, scorre una corrente anodica fino a quando la tensione anodica negativa è di entità tale da impedire anche agli elettrodi più veloci di raggiungere l'anodo.

Area di carica spaziale: in caso di intensità di campo ridotte, non tutti gli elettroni che escono dal catodo incandescente possono proseguire. Circondano il catodo dopo essere usciti come una nuvola e formano una carica spaziale negativa. In caso di tensioni ridotte, le linee di campo che provengono dall'anodo finiscono pertanto sugli elettroni della carica spaziale e non sul catodo stesso. Il campo derivante dall'anodo viene così schermato. Solo con l'incremento della tensione le linee di campo si insinuano sempre più in profondità nello spazio intorno al catodo e la corrente anodica aumenta. L'aumento della corrente avviene fino a quando la carica spaziale intorno al catodo è esaurita. Si raggiunge così il valore di saturazione della corrente anodica.

Area di saturazione: nell'area di saturazione, la corrente di emissione è indipendente dalla tensione anodica. Può tuttavia aumentare, incrementando il numero di elettroni che escono dal catodo per ogni unità di tempo. Questo può essere effettuato attraverso un aumento di temperatura del catodo. Il valore della corrente di saturazione dipende quindi dalla tensione di accensione.