

Új mérési módszer és műszer félvezető diódák karakterisztika eltérésének közvetlen mérésére

ETO: 621.317.61: 621.382.2.012

Gyűrűs modulátor, függvénygenerátor és egyéb hullámforma átalakító áramkörökben azonos feszültség-áram karakterisztikájú diódákra van szükség. A különböző félvezető gyártó cégek más és más módon definiálják a karakterisztikaeltérést: adott diódaáramnál a diódafeszültségek különbségének abszolút értéke (vagy annak relatív értéke); a feszültségkülönbség maximuma egy áramtartományon belül; vivőelnyomás értéke Ring modulátor kapcsolásban. Ezen jellemzők megadása általában nem ad elegendő információt egy adott tartományon belüli karakterisztikaeltérésről, illetve nehézkesen végezhető el a kellő pontosságú mérés.

Két dióda-karakterisztika (1a ábra) eltérésére nem csak egy-egy pontban, hanem egy egész áram (vagy feszültség) tartományban jellemző mértéket kaphatunk a következő gondolatmenettel:

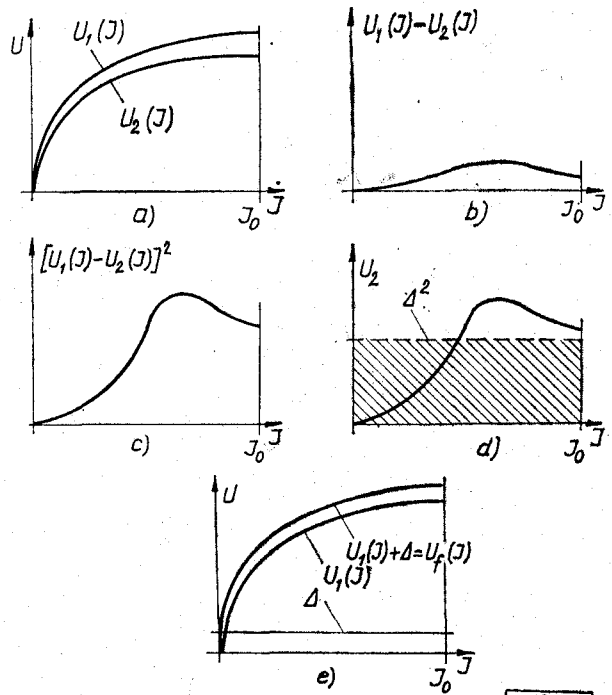
Képezzük a két karakterisztika pontonkénti különbségét (1b ábra), majd pedig e függvény négyzetét (1c ábra). A négyzetfüggvény mindig pozitív előjelű, még ha a különbségi függvény előjelet vált is. A négyzetre emelés miatt a nagyobb különbségek nagyobb súlyozást kapnak, mint a kisebbek, így az eredményben is nagyobb mértékben szerepelnek. Az 1d ábrán e függvény terület szerinti átlagát képeztük, amelyet Δ^2 -nek nevezünk. Az így bevezetett Δ mennyiség tehát a két karakterisztikának négyzetes átlageltérését jellemzi, dimenziója pedig az 1e ábra szerint feszültség. Ha a karakterisztikákat 0 és I_0 diódaáram közötti tartományban vizsgáljuk, Δ pontos definíciója

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{I_0} \int_0^{I_0} [U_1(I) - U_2(I)]^2 dI}$$

A Δ karakterisztikaeltérés elvileg többféleképpen mérhető ill. számítható. Egy lehetséges mérési módszer a következő:

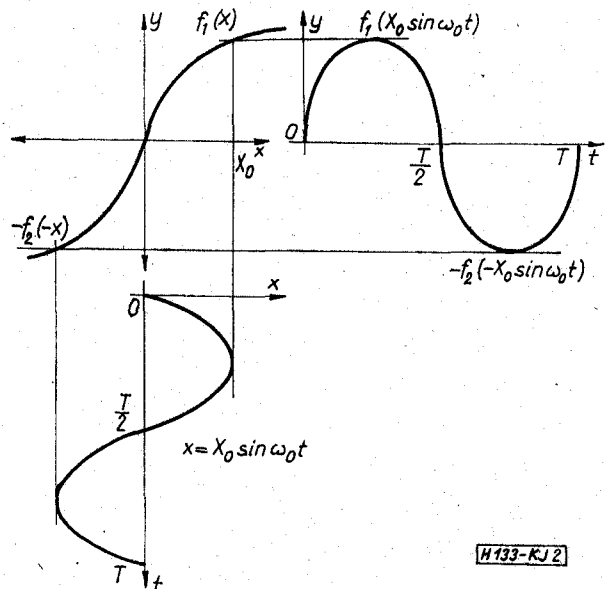
A két vizsgálandó diódát kapcsoljuk párhuzamosan ellentétes polaritással, akkor az eredő feszültség-áram karakterisztika (általában az $y-x$ karakterisztika) a 2. ábra szerint alakul (a diódák zárótartományában folyó visszáramot elhanyagoljuk).

Változtassuk az x független változó értékét x_0 amplitúdóval, ω_0 frekvenciával időben szinuszos jelleggel. Ha a két karakterisztika ideálisan azonos lenne, az eredő karakterisztika páratlan függvényt adna. E páratlan függvényt szinuszosan gerjesztve az y függő változó időfüggvénye kizárólag páratlan



H133-KJ1

1. ábra



H133-KJ2

2. ábra

felharmonikusokat tartalmazna. A karakterisztikák különbözősége esetén a függvény nem pontosan páratlan jellegű, tehát y időfüggvénye páros felharmonikusokat is tartalmaz. A karakterisztika valós függvénye miatt könnyen belátható, hogy e felharmonikusok fázisszöge csak 0 vagy π lehet.

A karakterisztikák eltérése és a felharmonikus-tartalom közötti összefüggés részletes matematikai vizsgálata azt az eredményt adja, hogy az előbb bevezetett Δ négyzetes átlageltérés és például a második, negyedik, hatodik felharmonikus amplitúdó (C_2, C_4 ill. C_6) közötti kapcsolat másodfokú polinom jellegű:

$$\Delta = a_1 \cdot C_2^2 + a_2 \cdot C_2 \cdot C_4 + a_3 \cdot C_2 \cdot C_6 + a_4 \cdot C_4^2 + a_5 \cdot C_4 \cdot C_6 + a_6 \cdot C_6^2$$

ahol az $a_1 \dots a_6$ együtthatók valós számok.

A dióda-karakterisztikák négyzetes átlageltérését (Δ) mérő műszer blokkvázlata a 3. ábra szerinti.

Az alapgenerátor kis torzítású jele vezérli az áramgenerátort, amelynek kimeneti árama átfolyik a vizsgálandó párhuzamos diódákon. A diódafeszültséget szelektív erősítőkre vezetjük, amelyek a második, negyedik, ill. hatodik felharmonikusra vannak hangolva. A felharmonikusok amplitúdóját csúcserőtelmérő, fázisszögét (ill. előjelét) fáziszérékeny egyenirányító határozza meg. Ezen jeleket analóg aritmetika dolgozza fel, amely a megfelelő komponensek szorzatát, majd e szorzatok előjelhelyes, súlyozott összegét képezi.

A diódaáram csúcserőtelét és a karakterisztikák Δ eltérését egy-egy állandómágneseű műszer jelzi ki megfelelő teljesítményerősítés után.

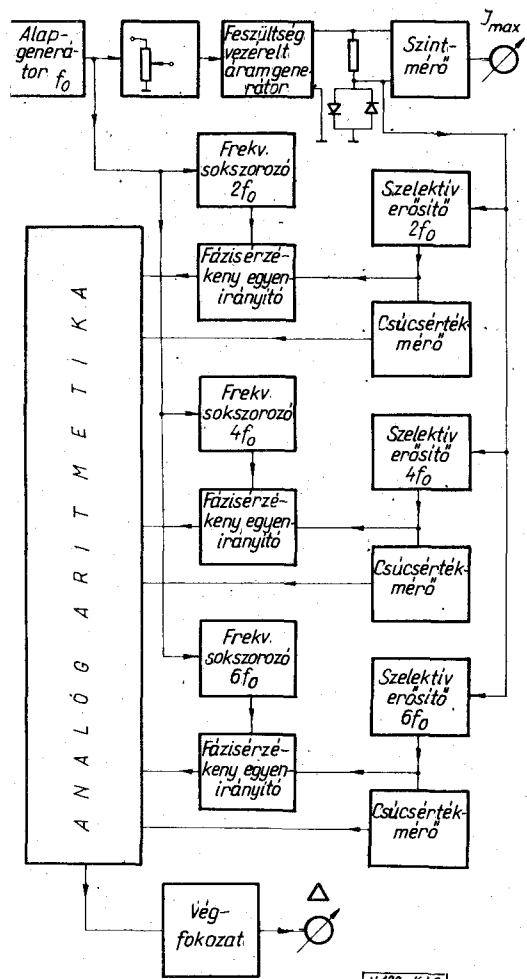
A berendezés érdeklődésre számot tartó áramkörei: a feszültségvezérelt áramgenerátor, a szelektív erősítők és az analóg szorzó.

A feszültségvezérelt áramgenerátor műveleti erősítő visszacsatolásával készül a 4. ábra szerinti elvi kapcsolásban.

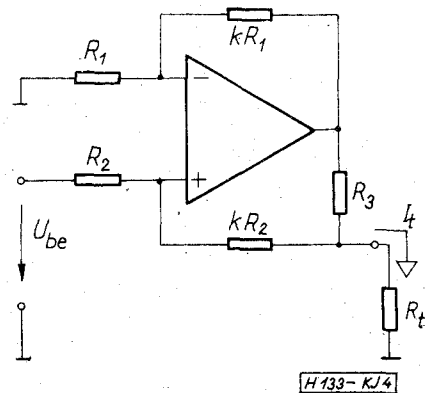
Ezen áramkör alkalmas arra, hogy egyik pólusán földelt terhelésen nagy generátorellenállással áramot hajtson át. A részletes vizsgálat azt is kimutatja, hogy a generátorellenállás bármelyik visszacsatoló ellenállással változtatható, sőt végtelenné és negatívá(!) is tehető.

A szelektív erősítőktől 300–400 nagyságrendű jósági tényezőt kell elvárunk (a szomszédos páratlan felharmonikusok elnyomása miatt), ezért műveleti erősítőkkel felépített RC visszacsatoló hurok felhasználásával készülnek.

Analóg szorzás céljára azt a jelenséget használjuk fel, hogy a tranzisztor meredeksége kis tartományban arányos az emitterárammal. Az egyik szorzótényező mennyiséggel (egy visszacsatoló körön keresztül) a tranzisztor meredekségét arányossá tévé, a másik szorzandó mennyiséggel vezérelve az erősítő kimenőjele a két jel szorzatával arányos.



3. ábra



4. ábra

A berendezés nagy előnye, hogy közvetlenül, számszerűen kijelzi a vizsgált dióda-karakterisztikák egy áramtartományon belüli eltérésének mértékét, így pl. könnyen alkalmazható az automatizált gyártási és ellenőrzési folyamat részeként.