



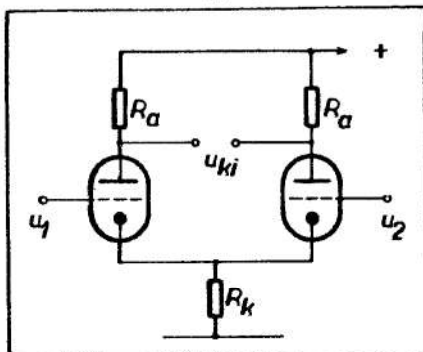
Szimmetrikus erősítők, fázisfordító kapcsolások

Tartalom: Szimmetrikus egyenfeszültségű erősítő. Szimmetrikus ill. aszimmetrikus vezérlés. Szimmetria kérdése. Keresztcsatolású fokozat. Egyenfeszültségű erősítők alkalmazása: váltófeszültségű erősítőkben.

Példák.

1. Szimmetrikus erősítő.

Egyenáramú erősítőkben, mint azt a 14. folytatásban leírtuk, az anód és fűtőfeszültség változása az erősítő kimenetén 0 pont ingadozást okoz. Szimmetrikus erősítő alkalmazásával a 0 pont ingadozást nagymértékben lehet csökkenteni. Az 1. ábra mutat egy ilyen erősítőt.

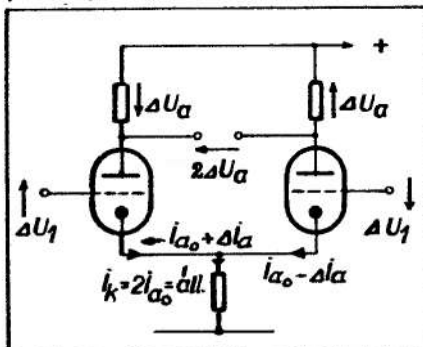


1. ábra. Szimmetrikus erősítő.

A két cső hídba van kapcsolva. Az erősítő kimenő feszültsége a két anódfeszültség különbsége. Így pl. ha az anódtápfeszültség változik, a két cső anódfeszültsége egyformán változik, tehát különbségük változás hatására megváltozik a cső előfeszültsége, ill. az anódárama, a két cső anódfeszültsége egyformán tolódik el, tehát a kimeneten 0 pont eltolódás nem lép fel. Gyakorlatban, mivel két cső sohasem egyforma, nem tudják egymást teljesen kiegyenlíteni, de általában a 0 pont ingadozás 10-ed részére csökken. Ilyen kapcsolásban célszerű egyburájú kettős triódat alkalmazni, ahol a csőszimmetria az azonos gyártási időpont miatt nagyobb mértékben fennáll.

Az 1. ábrán látható erősítőkapszolásnak a fentiekben kívül még az a tulajdonsága, hogy a két rácsheszültség különbségére érzékeny. Ha a két rácst azonos fázisban vezéreljük, pl. pozitívabbá tesszük, akkor a két anód egyforma értékkel negatívabb lesz és a két anód között nem kapunk kimenő jelet. Viszont, ha ellentétes fázis-

ban vezéreljük, a két anódfeszültség változás ellentétes, a kimeneten a két változás összegét kapjuk. Ebben az esetben a két anódtápfeszültség is ellenkező előjelű és így a katód ellenálláson átfolyó két áram összege nem változik, a katód feszültsége állandó marad, a katódellenállás nem okoz negatív visszacsatolást. (2. ábra.)

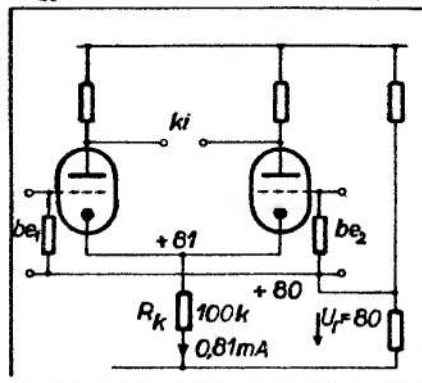


2. ábra. Szimmetrikus vezérlés.

A két rácsheszültség különbsége $\Delta U_1 - (-\Delta U_1) = 2\Delta U_1$, a kapott anódfeszültség különbség $2\Delta U_A$, tehát szimmetrikus ellenfázisú vezérlés esetén, az erősítés azonos egy fél cső erősítésével. Azonos fázisú vezérlés esetén az erősítés 0, ill. a csövek aszimmetriája miatt igen kis értékű.

2. Szimmetrikus erősítő áramellátása.

Mivel ellenfázisú vezérlés esetén a katódellenállástól nem függ az erősítés, célszerű nagy katódellenállást alkalmazni. Nagy katódellenállás esetén ($R_K =$



3. ábra. Szimmetrikus erősítő.

A rácsheszültsége pozitív feszültségre van emelve.

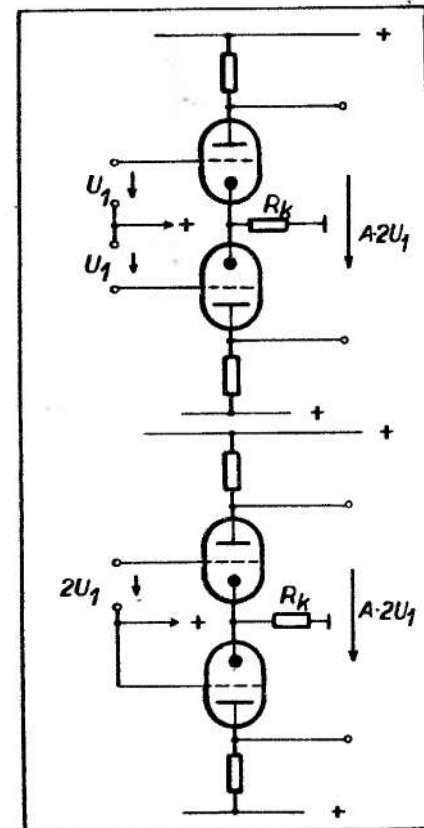
$= 50 \sim 100 \text{ k}\Omega$) a rajta eső feszültség elég nagy (50–100 V), így a rácsheszültség biztosításához a rácst pozitív feszültségre kell emelni. (3. ábra.)

Ennek az az előnye, hogy mivel a katódfeszültség 1–2 V-al, a cső előfeszültségével nagyobb a rácsheszültség-nél, a katód közel a rácshoz azonos feszültségű ilyen nagyságú feszültségek esetén. A nagy katódellenállás miatt a katód követi a rácsheszültséget, ugyanúgy, mint katód követő erősítő esetén. Így a katódfeszültséget a rácsheszültség szabja meg és a katódáram a rácsheszültségtől és a katódellenállástól függ.

Pl. a 3. ábrán $R_K = 100 \text{ k}\Omega$, $U_r = +80 \text{ V}$

$I_K \approx \frac{U_r}{R_K} = 0,8 \text{ mA}$; pontosan 0,81 mA.

Tehát: a nagy katódellenállás és a rácshoz pozitív feszültségre való emelése stabilizálja a katódáramot.



4. ábra. Szimmetrikus és aszimmetrikus vezérlés.

A két anódáram azonos cső esetén fele-fele lesz a katódáramnak, csőszórás esetén csak az összegük, a katódáram állandó.

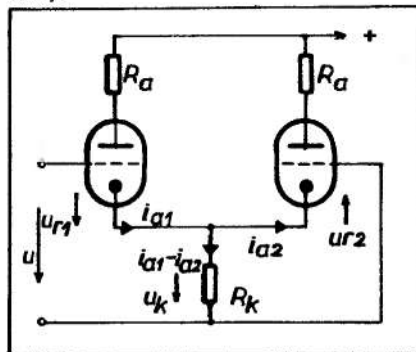
3. Aszimmetrikus vezérlés.

Mint már említettük, szimmetrikus erősítőben a két anód közti feszültség a két rácsheszültség különbségére érzékeny. Mindegy, hogy a vezérlést ketté osztva, külön az egyik, külön a másik rácst vezéreljük ellenfázisban, vagy a vezérlést csak az egyik rácra adjuk és a másik rácst nem vezéreljük. (4. ábra).

A két rác közötti feszültségkülönbség mindkét esetben $2U_1$. A második esetben az alsó cső csak a katódellenállásról kap vezérlést, a felső csövet a bemenő $2U_1$ feszültség és a katódfeszültség különbsége vezérli.

A két cső vezérlése így is ellenkező fázisú. A felső rácsheszültségét növelve az anódáram és a katódfeszültség nő. Az alsó cső, mivel a katódellenálláson eső feszültség vezérli, negatív előfeszültsége nő, anódárama csökken. A két áramváltozás ellentétes irányú és egymást leontja. A két anódáramváltozás nem lehet egyenlő egymással, mert akkor a katódfeszültség nem változna és nem vezérelné a második csövet. Mennél nagyobb a katódellenállás, annál kisebb különbségre van szükség a két anódáramváltozás között, ami a nagy katódellenálláson átfolyva a második cső vezérlőfeszültségét előállítja. Így tökéletes szimmetria, tehát egyenlő anódáramváltozás ill. azonos munkaellenállások esetén egyenlő anód-feszültségváltozás elvileg végtelen katódellenállás esetén lép fel.

Vizsgáljuk meg, hogy adott katódellenállás esetén milyen szimmetria érhető el a két anódáramváltozás között (5. ábra).



5. ábra. Aszimmetrikus vezérlés.

A kapcsolást váltóáramúlag rajzoltuk fel. Ezt egyenáramú erősítőknél is megtehetjük, mivel csak a vezérlés hatására történő feszültség, ill. áram változás érdekel minket. Ezeket a változás értékeit szintén kisbetűvel jelöljük. Az 5. ábrán: u bemenőfeszültség (változás) vezérli a fokozatot.

A katódfeszültség: $u_k = (i_{a1} - i_{a2})R_k$

Az első csövet a bemenő- és katódfeszültség különbsége vezérli:

$$u_{r1} = u - u_k = u - (i_{a1} - i_{a2})R_k$$

A második csövet csak a katódfeszültség vezérli: $u_{r2} = (i_{a1} - i_{a2})R_k$

Az anódáram: a cső vezérlő feszültsége szorozva a dinamikus meredekséggel:

$$i_{a1} = S_D u_{r1} = S_D [u - (i_{a1} - i_{a2})R_k] \quad 1.$$

$$i_{a2} = S_D u_{r2} = S_D (i_{a1} - i_{a2})R_k \quad \dots\dots 2.$$

A 2. egyenletet rendezve:

$$i_{a2} (1 + S_D R_k) = i_{a1} S_D R_k; \text{ ebből:}$$

$$\frac{i_{a1}}{i_{a2}} = \frac{1 + S_D R_k}{S_D R_k} = 1 + \frac{1}{S_D R_k}$$

Mivel

$$S_D = \frac{\mu}{R_a + R_b}; \quad \frac{i_{a1}}{i_{a2}} = 1 + \frac{R_a + R_b}{\mu R_k}$$

Tehát a szimmetria a katódellenállás növelésével és nagy μ -jú cső alkalmazásával fokozható. $R_k = \infty$ esetén $i_{a1} = i_{a2}$.

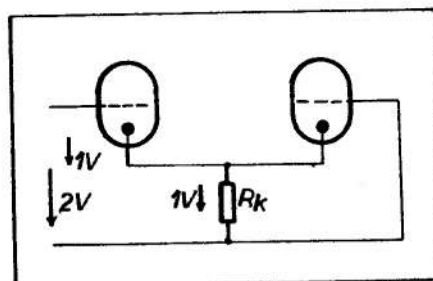
Ezért célszerű nagy katódellenállást alkalmazni.

Pl. ha

$$R_k = 100k\Omega; \mu = 100; R_a + R_b = 250k\Omega$$

akkor

$$\frac{R_a + R_b}{\mu R_k} = \frac{250}{100 \cdot 100} = 0,025 = 2,5\%$$



6. ábra. Nagy katódellenállás esetén a bemenő feszültség megfelelődik.

Tehát a két anódáram 2,5%-al tér el egymástól.

Az 1. 2. egyenletekből kiszámíthatjuk, hogy a katódfeszültség mekkora lesz. A két egyenlet egymásból kivonva:

$$i_{a1} - i_{a2} = S_D u - S_D R_k (i_{a1} - i_{a2}) - S_D (i_{a1} - i_{a2}) R_k$$

rendezve:

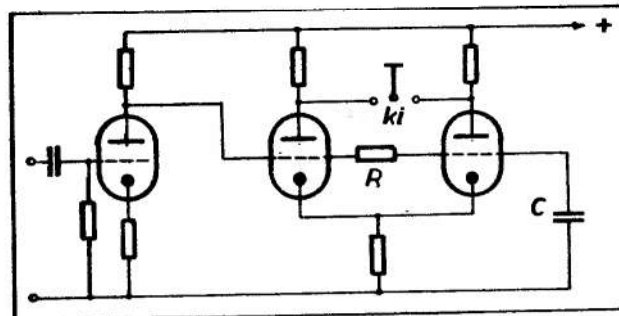
$$(i_{a1} - i_{a2}) (1 + 2S_D R_k) = S_D u$$

ebből az anódáramok különbsége:

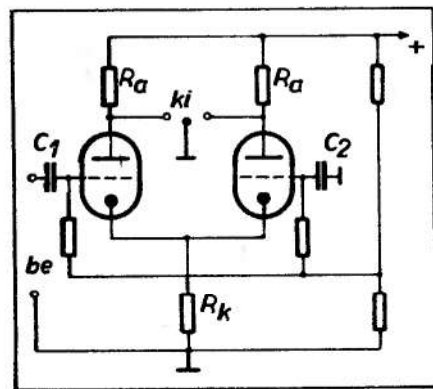
$$i_{a1} - i_{a2} = \frac{S_D u}{1 + 2S_D R_k}$$

igly a katódfeszültség:

$$u_k = (i_{a1} - i_{a2}) R_k = u \frac{S_D R_k}{1 + 2S_D R_k} = \frac{u}{2 + \frac{1}{S_D R_k}} \approx \frac{u}{2}$$



8. ábra. Fázisfordító az előző fokozattal egyenáramú csatlakozásban.



7. ábra. Szimmetrikus erősítő, mint fázisfordító.

Nagy katódellenállás esetén a katódon a bemenő feszültség fele jelenik meg, a bemenő feszültség ketté osztva, ellenfázisban vezérli a csöveket. (6. ábra.)

4. Szimmetrikus erősítő felhasználása fázisfordításra.

Az előbbi szimmetrikus erősítőt aszimmetrikus vezérléssel felhasználhatjuk ellenütemű erősítő előtti fázisfordításra. Ha csak váltófeszültségű erősítőben alkalmazzuk, akkor rácskondenzátorral csatlakozhatunk. (7. ábra.)

A C_2 kondenzátorral biztosítjuk a második cső rácának földre kötését.

Mivel a rácselevezető ellenállások végei pozitív feszültségre vannak kötve, a fokozatot közvetlenül csatlakozhatjuk az előző fokozathoz. (8. ábra.)

Az első cső anód-feszültségét úgy állítjuk be, hogy biztosítsa a rácokhoz szükséges pozitív feszültséget. A két rác R ellenálláson keresztül azonos egyenfeszültségen van. A C kondenzátor a második rácot váltófeszültségileg földeli. R ellenállást nagyra kell választani, hogy az előző cső anódmunkaellenállását ne terhelje.

5. Példa fázisfordító kapcsolás tervezésére szimmetrikus erősítővel

A 8. ábrán látható kapcsolás alapján fázisfordító fokozatot tervezünk EF 40 és ECC 40 csövekkel. (9. ábra.)

A tápfeszültség $U_T = 250$ V.

Nagy katódellenállást alkalmazunk a jó szimmetria érdekében. $R_k = 50$ k Ω . Ennek megfelelően a rácokat pozitív feszültségre emeljük: $U_r = +60$ V-ra, ami egyúttal az előző cső anód-feszültsége is. A katódáram:

