

RH és URH teljesítményerősítők tranzisztorokkal

3.

Ijjas Gábor—Molnár Béla okl. vill.
mérnökök, BME MHT

10. A tranzisztor munkapontja és a működési osztályok

Az erősítőeszközön átfolyó áram folyási szöge alapján négy működési osztályt különböztethetünk meg:

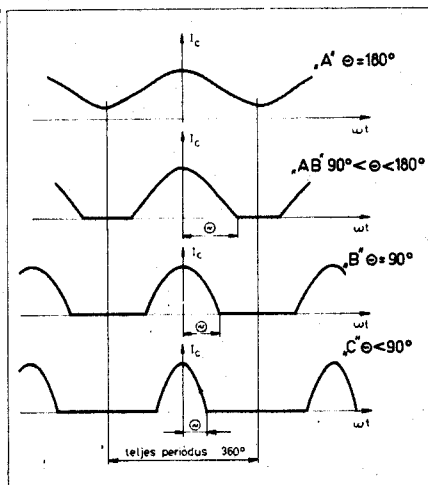
- „A” oszt. $\Theta = 180^\circ$ (az áram az eszközön nem szakad meg),
 - „AB” oszt. $90^\circ < \Theta < 180^\circ$
 - „B” oszt. $\Theta = 90^\circ$
 - „C” oszt. $\Theta < 90^\circ$
- } Az áram a teljes periódusnak csak egy részében folyik.

A 10.1. ábra bemutatja a négy működési osztályt. Az ábrán Θ értéket is feltüntettük. Mivel az áram folyásának szög tartománya 2Θ , helyesebb lenne Θ -t fél folyási szögnek nevezni. Az áram a valóságban sohasem szűnik meg teljesen, ezért szokásos a folyási szöget a csúcsáram egy adott részéhez definiálni.

A kollektoráram folyási szögét kisfrekvencián a bázis-emitter előfeszültség határozza meg. A 10.2. ábra a tranzisztor kollektoráram-bázisfeszültség karakterisztikáját mutatja.

Az ábrán az „A”, „B” és „C” osztályú beállításhoz tartozó vezérlőfeszültség és kollektoráram jelalakot is feltüntettük.

Mint az ábrán is látható, a tranzisztor egy U_K küszöb feszültséggel



10.1. ábra



rendelkezik, amelynél nagyobb bázis-emitter feszültséget alkalmazva vezet a tranzisztor, kisebb bemenő feszültség esetén pedig lezár. Gyakorlati esetekben a küszöbfeszültség $+0,6, +0,8$ V (szilícium tranzisztorra). A küszöbfeszültség hőmérsék-

letfüggő: a hőmérsékletet növelve kb. 2 mV/°C értékkel csökken.

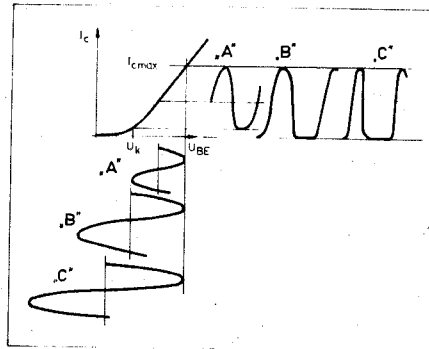
Természetesen a valóságban a lezárás folyamatosan megy végbe és így a küszöbfeszültség csak egy adott áramhoz definiálható. (Pl. a csúcsáram 1%-ához tartozó bázis-emitter feszültség.)

A fenti egyszerű kép nagyfrekvencián lényegesen módosul, a tranzisztor képtelen megfelelő sebességgel kikapcsolni, és ezért a kollektoráram folyási szöge megnő a kisfrekvenciás értékhez képest, valamint az áramimpulzus aszimmetrikussá válik. Ez tehát azt jelentené, hogy egy kisfrekvencián „C” osztályú beállítást nagyobb frekvencián „B”, ill. „AB” osztályúnak kellene neveznünk.

Sokkal célszerűbb, ha a különböző beállítású erősítőket az egyenáramú munkapont alapján különböztetjük meg. A munkapont szerinti osztályozásban a következő elnevezések szokásosak:

- „A” osztály: bázis-emitter egyenfeszültség nyitóirányú és olyan nagy, hogy a teljes periódus alatt folyik kollektoráram.
- „AB” osztály: az előfeszültség kisértékű nyitóirányú.
- „B” osztály: nincs előfeszültség. A bázis az emitterrel egyenáramúlag rövidre van zárva.
- „C” osztály: az előfeszültség záróirányú.

A mostani és a fejezet elején adott definíciórendszer nyilván ellentmond egymásnak. Pl. a munkapont szerinti „B” osztály (azaz nulla bázis-emitter feszültség) a folyási szög alapján kisfrekvencián „C”, nagyfrekvencián „AB” osztályúnak minősülne.

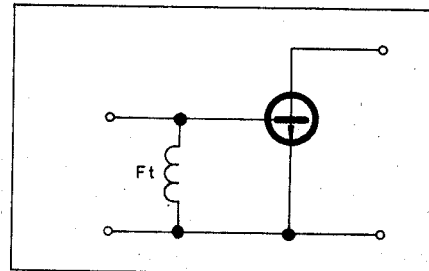


10.2. ábra

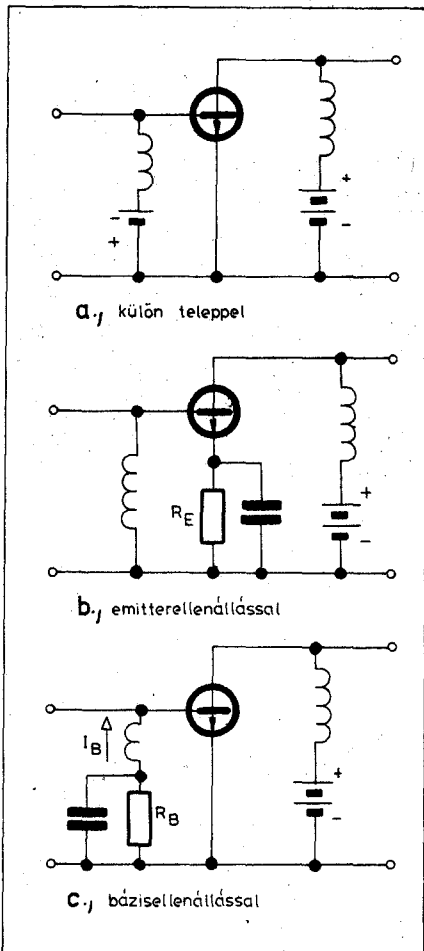
Elvi vizsgálatoknál az áramkör fizikáját kétségen kívül jobban leíró folyási szög alapján való osztályozást célszerű alkalmazni. A gyakorlat számára a munkapont szerinti osztályozás megfelelőbb, mivel azonnal utal az áramkör tényleges felépítésére. Ezért a továbbiakban mi is ezt fogjuk alkalmazni.

A kétféle osztályozást nem úgy kell tekintenünk, mint két egymásnak ellentmondó állítást, amelyek közül csak az egyik lehet igaz. Mivel az osztályozásnak más az alapja a két esetben, természetesen más eredményt is kapunk, és mindkettő hasznos információt hordoz! Sajnálatos, hogy a kétféle alapon történő osztályozásra ugyanolyan jelölések terjedtek el.

Végül megjegyezzük, hogy az irodalom sem egységes a munkaponti osztály kérdésében. Sok irodalmi munka az általunk is választott módon definiálja a munkaponti osztályokat, de sok az olyan is, amelyik eltér tőle. Leggyakoribb eltérés az,



11.1. ábra



11.2. ábra

hogy a „B” osztálynak nem az előfeszítésmentes, hanem a küszöbfeszültséggel előfeszített esetet nevezik. Megítélésünk szerint kislekven-
ciás vizsgálatnál ($f < f_{\beta}/3$) valóban célszerű így definiálni az osztályokat, mert ez egybeesik a tényleges fizikai folyamatot leíró folyási szög alapján való osztályozással. A csak elvi jellegű cikkek a működési osztályokat a folyási szög alapján különböztetik el.

11. „B” és „C” osztályú tranzisztros teljesítményerősítők

Nemlineáris RF teljesítményerősítésre a legszélesebb körben alkalmazzák a „B” és „C” osztályú beállítást. Ennek oka a jó hatásfok, kis kollektor disszipáció és az elhanyagolható kollektor nyugalmi áram (csak visszaram).

A „B” és „C” osztályú fokozat teljesítményerősítése kisebb, mint egy hasonló feltételek között működő „A” vagy „AB” osztályú fokozaté, azonban RF teljesítményerősítőknél az elsődleges szempont a jó hatásfok. A „B” és „C” osztályú beállítás további előnye, hogy nem igényel

munkapont-stabilizálást (mint az „A” és „AB” osztály). Ez annak köszönhető, hogy a tranzisztor emitter-bázis diódája 0 vagy záróirányú előfeszítést kap, így az emitter-bázis (bemenő) karakterisztika hőfokfüggése sokkal kevésbé érvényesül.

„B” osztályú előfeszítést mutat a 11.1. ábra.

Az ábrán látható előfeszítési mód esetén is kísértékű, negatív előfeszítést kap az emitter-bázis dióda, ugyanis működés közben a bázis átlagáram (egyenáram) a tranzisztor r_b ellenállásán záróirányú feszültséget hoz létre.

Különböző „C” osztályú előfeszítési lehetőségeket mutat a 11.2. ábra:

a)-t általában nem alkalmazzák, mivel külön tápegységet igényel és ezért bonyolult.

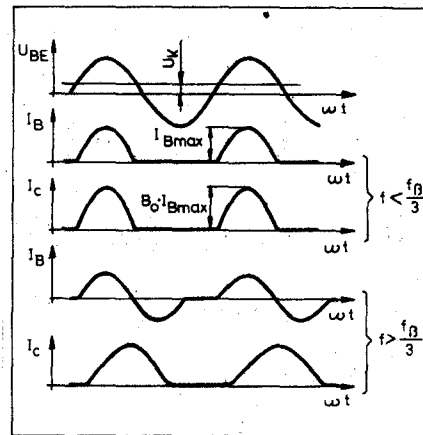
b)-t kis teljesítményszinteknél alkalmazzák, hátránya, hogy a teljes tápfeszültségig való kivezérést csökkenti. Előnye, hogy a fokozat árama könnyen mérhető, ami előnyös pl. több tranzisztor párhuzamos üzeménél (szimmetria beállítása). Az emitter kondenzátorral lehetőség van a soros emitter induktivitás kihangolására.

c) gyakran alkalmazott megoldás. Vigyázni kell az R_B megválasztására, nehogy a C-E letörési feszültséget csökkentse.

Kislekven-
cián a „B” és „C” osztályú erősítők folyási szöge kisebb 90° -nál (itt ismét emlékeztetünk arra, hogy a működési osztályt az előfeszítéshez, és nem a folyási szöghöz definiáltuk), tehát a kollektoráram egy félperiódusnál rövidebb ideig folyik, a periódus többi részében gyakorlatilag nulla.

A leggyakoribb eset azonban az, hogy a tranzisztor $f_T/\beta < f < f_T$ frekvenciatartományban működik. Ebben a tartományban növekvő frekvenciával a tranzisztor egyre „lassúbbá válik”, egyre nehezebb „kikapcsolni” a tranzisztort a záróirányú félperiódus alatt, így az egyre rosszabb hatásfokú kapcsolóvá válik.

Ennek oka a töltéstárolási effektus, ami azt eredményezi, hogy a kollektoráram nem szűnik meg ab-



11.3. ábra

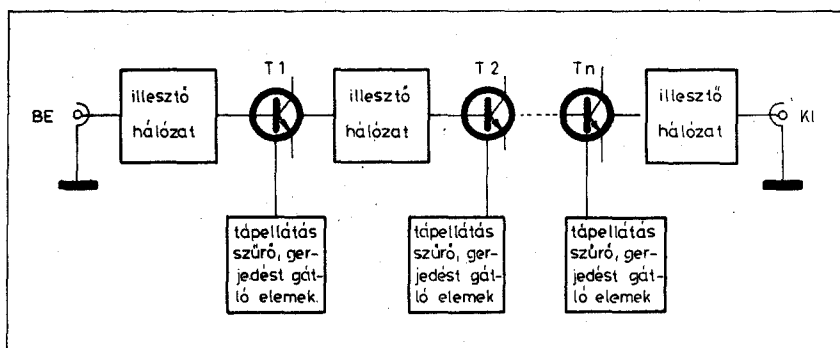
ban a pillanatban amikor a bázisfeszültség a küszöbfeszültség alá csökken, hanem előbb egy ellentétes irányú bázisáramnak el kell távoztatnia a bázisban maradt töltéseket.

A 11.3. ábra áramalakokat mutat kislekven-
cián és a nagyfrekvenciás esetben egy „B” osztályú erősítőben. Az erősítő bemenő feszültsége mindkét esetben azonos amplitúdójú, tiszta szinuszos rezgés. Az ábrán látható, kissé idealizált jelalakokat a parazita elemek (különösen az emitterbevezetés induktivitása) is befolyásolhatják.

A feladat általában egy vagy több fokozatú erősítő tervezése, amelynek blokksemáját láthatjuk a 11.4. ábrán.

Adott kimenő teljesítményt kívánunk kivenni a tranzisztorból a lehető legnagyobb hatásfok és erősítés mellett. A hatásfok és az erősítés egymásnak ellentmondó követelmények, amelyek között jó kompromisszumnak mondható a „B” osztályú beállítás. Esetleg kismértékben „C” bázisköri ellenállással, amelyen csak néhány tized V-ot hozunk létre.

(Folytatjuk)



11.4. ábra