

# RH és URH teljesítményerősítők tranzisztorokkal

5.

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



## 12. Tranzisztor katalógus-adatok

Az előző fejezetben próbáltuk érzékelteni, hogy a tranzisztor nagyfrekvenciás működésének számításával való követése nehézkes.

A tranzisztorokról ezért részletes adatlapokat bocsátanak ki, melyek a megfelelő tranzisztor kiválasztásához és az áramkör tervezéséhez és építéséhez igen nagy segítséget nyújtanak.

Az adatlapok elsőként tartalmazzák a tranzisztor ajánlott felhasználási területét (frekvenciasáv, üzemmód, tápfeszültség stb.), valamint a legfontosabb jellemző paramétereiket.

További magyarázat helyett, példaként lássuk a BLX 67 típusú PHILIPS VHF/UHF adótranzisztor adatlapjának részletét:

Gyors tájékoztató adatok: RF jellemzők $T_h = 35^\circ\text{C}$ házhőmérsékletig egy neutralizálatlan közös emittéres „B” osztályú áramkörre:									
Működési mód	$U_{CC}$ [V]	$f$ [MHz]	$P_{out}$ [W]	$P_{term}$ [W]	$I_C$ [A]	$G_p$ [dB]	$\eta_c$ [%]	$Z_1$ [ohm]	$Y_L$ [mA/V]
C. W.	13,8	470	típ. 0,85	3	típ. 0,28	típ. 9,3	típ. 79	3 + j5	27—j38
C. W.	12,5	175	típ. 0,08	3	típ. 0,39	típ. 30	típ. 84	2,4—j38	35—j40

A táblázat oszlopaiban rendre a tápfeszültség, működési frekvencia, generátor által leadott teljesítmény, terhelésre jutó teljesítmény, kollektor egyenáram, teljesítményerősítés, kollektor határfok, bemenő impedancia, terhelő admittancia szerepel.

Az adatlap tartalmazza továbbá a tranzisztor határadatait és a mérőáramkör kapcsolási rajzát, valamint elrendezési rajzát, amelyre a mérési adatok érvényesek.

Tehát az ún. gyors tájékoztató adatok alapján eldönthetjük, hogy az igényeinknek megfelel-e az adott tranzisztor. Az ajánlott beállítások mellett — ha egyébként az áramkör építésénél betartjuk a legfontosabb szempontokat, melyek a nagyfrekvenciás áramkörökre vonatkoznak (lásd később) és jó alkatrészeket használunk — a tranzisztor stabilan fog működni. Ha viszont a tranzisztor az ajánlott beállítástól eltérően akarjuk használni (eltérő teljesítmény, frekvencia, esetleg munkapont), igen jól meg kell gondolni az ennek következtében beálló változásokat.

Többfokozatú erősítő esetén a szükséges kimenő teljesítményből indulunk ki. Az illesztőkör veszteségét figyelembe véve megkapjuk azt a teljesítményt, amit az utolsó tranzisztornak kell leadnia. Ezután megválaszthatjuk az itt alkalmazásra kerülő tranzisztor típusát. Ennek erősítése ismeretében, valamint a báziskörében levő illesztőkör veszteségének figyelembevételével megkapjuk azt a teljesítményt, amit a megelőző tranzisztoroknak kell leadnia. Következhet ismét a típusválasztás stb., ameddig a kívánt erősítést el nem érjük.

13. Tranzisztoros teljesítményerősítők stabilitása

## 13. Tranzisztoros teljesítményerősítők stabilitása

Az RF technikában az egyik legfontosabb kérdés az áramkörök stabilitása. Ez a kérdés mégis az áramkörtervezésnél sokszor háttérbe szorul. Ennek oka, hogy — különösen nagyszintű esetben — igen bonyolult (előre) számításba venni minden tényezőt, amely gerjedést okozhat (szórt elemek, nemlineáris elemek stb.), ezenkívül a gerjedések okai még ma is csak részben tisztáztak.

Erősítőnél a gerjedt állapot azt jelenti, hogy az erősítő kimenetén megjelennek olyan frekvenciájú termékek, melyek nincsenek harmonikus kapcsolatban a bemenőjel frekvenciájával. Kivételt képeznek ez alól a szubharmonikusok (vagy alharmonikusok).

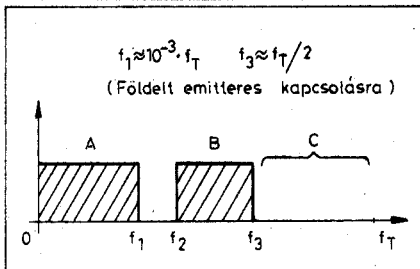
A gerjedés tönkretelheti a tranzisztor, vagy ha az eszköz el is viseli ezt az igénybevételt (pl. emitter balanszírozott tranzisztor), az erősítő olyan zavarófrekvenciát vagy frekvenciákat fog kibocsátani, amelyek megengedhetetlenek.

Gerjedés ritkábban jelenik meg akkor, ha az erősítő pontosan van hangolva, bizonyos mértékű félrehangolás általában szükséges. Ez nem feltétlenül pl. egy illesztőkör félrehangolást jelent, hanem jelentheti pl. a teljesítményszint csökkentését is. Ez ugyanúgy „félrehangolást” okozhat, mivel a tranzisztor kapacitáisi nemlineárisak, szinttől függően.

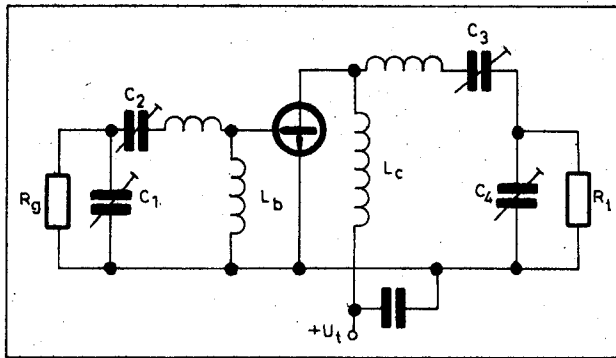
A felépített áramkör elektromos stabilitására jellemző, hogy mennyire érzékeny a különböző paraméterek változására, így pl. tápfeszültség, meghajtó teljesítmény, terhelő impedancia, illesztőköri elemek (elhangelés). Egy jó áramkör stabilitási tartománnyal (sávval) rendelkezik, melyen belül — az előzőleg felsorolt paraméterek bizonyos mértékű változása ellenére — stabilan működik.

A gerjedések lehetnek önfenntartóak vagy nem önfenntartóak. Ez azt jelenti, hogy a meghajtó teljesítmény megszűnte után fennmarad-e a gerjedés vagy sem.

A tranzisztorgyárak — éppen azért, mert igen gyakran a kívánt erősítést csak több fokozattal lehet elérni — teljesítményszinteket tekintve, egymáshoz illeszkedő tranziszortípusokat gyártanak.



13.1. ábra



13.2. ábra

A teljesítményerősítőkben fellépő gerjedések a következő főbb okokra vezethetők vissza:

- kisfrekvenciás oszcilláció, melyet a tranzisztorban fellépő termikus visszacsatolás okoz,
- tranzisztoron belüli visszacsatolás által okozott oszcilláció ( $C_{cb}$ ,  $L_b$  stb.),
- külső visszacsatolás által okozott oszcilláció,
- parametrikus oszcilláció.

Egy adott tranzisztor és munkaponti beállítás esetén az a) típusú gerjedéshez egy bizonyos frekvenciasávot („A”), a b) típusú gerjedéshez egy magasabb frekvenciasávot („B”) rendelhetünk. Ezekben belül a tranzisztor potenciálisan instabil, ami annyit jelent, hogy a bázis- és kollektorköri impedanciától függően gerjedhet az erősítő (13.1. ábra).

Az a) gerjedéstípus nem túl gyakori, főként földelt bázisú kapcsolásokban jelentkezik.

Ha az üzemi frekvencia a „C” sávban van, akkor egy rosszul méretezett erősítő jóval az üzemi frekvencia alatt, az „A” vagy a „B” sávba eső frekvencián fog gerjedni.

A b) típusú gerjedés jelentkezik a leggyakrabban, vagyis a tranzisztoron belüli visszahatás következtében fellépő gerjedés. Az ehhez rendelhető veszélyes sáv szélessége fordítottan arányos a kollektor egyenárammal, nagyobb kollektoráramnál kisebb, sőt egy bizonyos áramértéknél ez a sáv eltűnhet, így az áramkör feltétlenül stabilá válik. Ezt gyakran tapasztalhatjuk „B”, ill. „C” osztályú erősítőfokozatok építésénél, amikor kis meghajtószintnél gerjed az erősítő, nagyobb szinten viszont megszűnik a gerjedés, mivel nagyobb meghajtószint egyben nagyobb kollektor egyenáramot jelent.

A 13.2. ábrán egy tipikus erősítőfokozat kapcsolási rajzát láthatjuk.

Mivel a veszélyes sáv általában az üzemi frekvencia alatt van és mindkét illesztőkör tartalmaz soros ágban kapacitást ( $C_2$ ,  $C_3$ ), a veszélyes sávban a generátor és terhelő impedancia terhelő hatása nem érvényesül. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy itt a tranzisztor csak az  $L_b$  és  $L_c$  fojtókat „látja”. Ezt a két fojtót

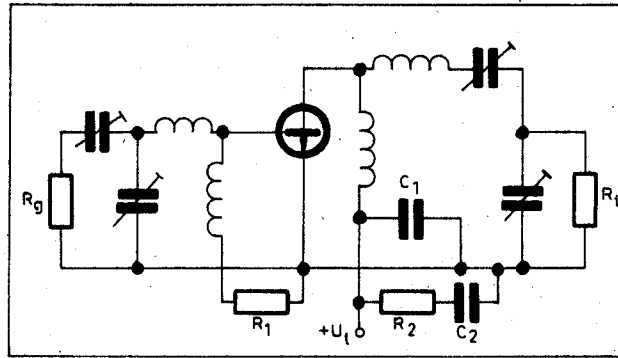
alkalmasan kell megválasztani ahhoz, hogy elkerüljük a gerjedést. Elvi számítások azt mutatják, hogy a kollektorköri fojtónak kisebbnek kell lennie, mint a bázisköri fojtó. Ezért válasszuk a kollektorköri fojtót olyan kicsire, amennyire lehetséges.

Ez egyben azt is jelenti, hogy a kimenő illesztőkör számításánál nem hanyagolhatjuk el a hatását, mivel jelentős rádiófrekvenciás áram folyik rajta keresztül.

Másrésztől csillapító ellenállások beiktatásával is csökkenthetjük a gerjedési hajlamot. Erre láthatunk megoldásokat a 13.3. ábrán.

A bázisköri fojtóval sorosan helyezkedik el az  $R_1$  csillapító ellenállás. Mivel ez a fojtó elég nagy induktivitású, a rajta folyó rádiófrekvenciás áram kicsi, így lényeges erősítés-csökkenést nem okoz. Az ellenálláson átfolyó bázis egyenáram „C” osztály irányába tolja el a munkapontot, ezért  $R_1$  értékét úgy kell megválasztani, hogy a rajta fellépő feszültségcsökkenés kb. 100 mV-nál nagyobb ne legyen.

A kollektorkörben nem alkalmazhatunk soros ellenállást közvetlenül, mert itt az egyenáram és a rádiófrekvenciás áram is nagy. (Szokásos megoldást mutatja az ábra.) A  $C_1$  az üzemi frekvencián jól hidegít, de alacsony frekvencián, ahol a gerjedési veszély van, gyakorlatilag nincs hatása.  $C_2$ -t ellenben úgy válasszuk meg, hogy még ezen a frekvencián is kicsi legyen a reaktanciája az  $R_2$ -höz képest.  $R_2$  gyakorlati értéke: 10 + 100 ohm.



13.3. ábra

Hatásos gerjedésgátlást jelent a bázis-emitter közé kapcsolt ellenállás, azonban ez a megoldás csökkenti az erősítést. Szokásos megoldás még kis körjóságú ferritmagos fojtót alkalmazni ugyanitt.

A c) típusú gerjedéssel a későbbiekben fogunk foglalkozni.

A parametrikus oszcillációt (d) esetben általában a tranzisztor nemlineáris kapacitásai okozzák. A parametrikus oszcilláció leggyakoribb megjelenési formája az ún. szubharmonikus gerjedés. Ilyen esetben a kollektorkörben megjelenik pl. a működési frekvencia fele. A parametrikus oszcilláció a kollektor és emitter közé kapcsolt kondenzátorral csökkenthető, mivel így a nemlineáris kapacitás hatása kisebb.

#### 14. A neutralizáció

Neutralizáció alatt valamilyen káros jelenség áramköri elemekkel való kompenzálását értjük.

Neutralizációval növelhetjük a fokozat teljesítményerősítését. Keskenysávú esetben jelentős teljesítményerősítés növekedést érhetünk el, szélessávú esetben azonban jóval kevésbé hatásos. A neutralizáció emeli a fokozat teljesítményerősítését, azonban csökkentheti a stabilitási tartományt, mivel különböző frekvenciákon más és más a hatása. Így könnyen előfordulhat, hogy a működési frekvenciától eltérő frekvencián gerjedést okoz a neutralizáló hálózat.

Nagyjélű esetben a neutralizáció nehezen számolható, mivel a tranzisztor kimenő és bemenő impedanciája nemlineáris. Nagyjélű erősítőben néha az emitterinduktivitás kihangolását alkalmazzák (14.1. ábra).

Ez a megoldás azonban csökkenti az áramkör stabilitását, mivel növeli a fokozat erősítését és nem szünteti meg a visszacsatolást a kollektor és bázis között.

Nagyszintű esetben a neutralizációt rendszerint kerüljük a fent említett hátrányai miatt, inkább többfokozatú neutralizálatlan erősítőt alkalmaznak a szükséges erősítés elérésére.

(Folytatjuk)

14.1. ábra

