

CAD segítség a Hi-Fi erősítő tervezésében: az áramkörszimulátor

Piret Endre okl. színes-tv szakmérnök

A virtuális próbapanel

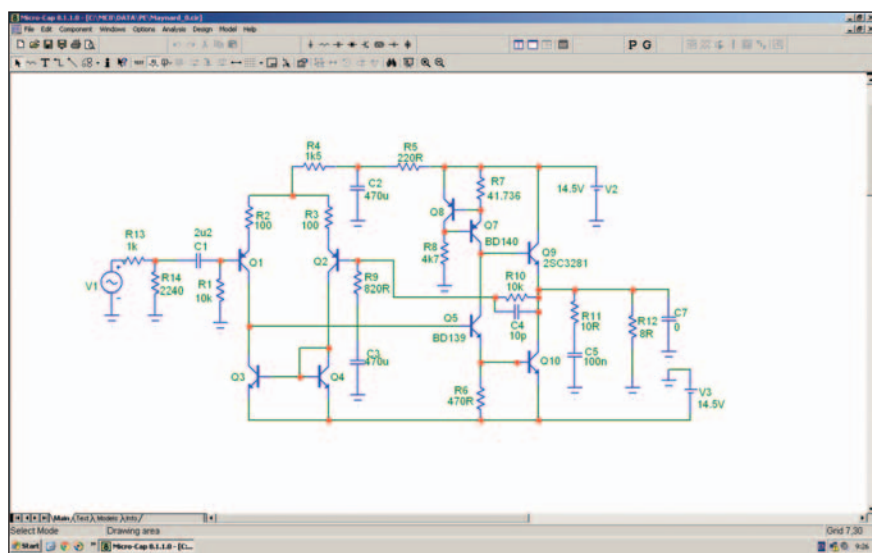
Egy konkrét problémám megoldását remélve fordultam a szimuláció felé. Munkám közben rájöttem, hogy a szimulátorban megtaláltam egy „virtuális próbapanelt”: a kapcsolási rajz bevitel után szabadon vizsgálhatam az áramkör viselkedését az alkatrészek cserélgetése után, végezhettem olyan méréseket is, melyekhez nem rendelkezem mérőműszerrel. Mindezt úgy, hogy közben még forrasztópákára sem volt szükségem, és nem tettem tönkre semmilyen alkatrészt, nyákot, egyebet sem. Nem kellett átviteli függvényekkel, komplex számokkal sem bajlódni ahhoz például, hogy régi problémámat megoldjam. Nevezetesen, hogy saját, kedvenc Hi-Fi végerősítőm [1] stabilitását megjavítsam, Bode diagramját felvegyem ami, mint tudjuk, egy visszacsatolt erősítő stabilitásvizsgálatához feltétlenül szükséges. Nyilvánvaló volt persze az, hogy a szimuláció nem maga a valóság, kérdés volt tehát még az is,

hogy a szimuláció mennyire tükrözi a valóságot. A szóbanforgó szimulátor a Micro-Cap 10 (MC10) demo verziója (Evaluation Version). Ez szabadon letölthető, de korlátozott lehetőségeket kínál. Szerencsére a maximálisan 50 alkatrész limitjébe a vizsgálni kívánt erősítőm belefért. Lehetetlen a program kezelését itt a lapban részleteiben ismertetni, a Users Guide, az angolnyelvű használati utasítás több, mint 200 oldalas, ez is letölthető a Spectrum honlapjáról [2]. Segítséget jelenthet még a [3] is, melyben a legalapvetőbb funkciók leírása található meg magyarul. A következőkben az említett A-osztályú végerősítőm a hálózatanalizátor segítségével végzett továbbfejlesztésén, mint példán, szeretném a szimulátor képességeinek egy részét bemutatni.

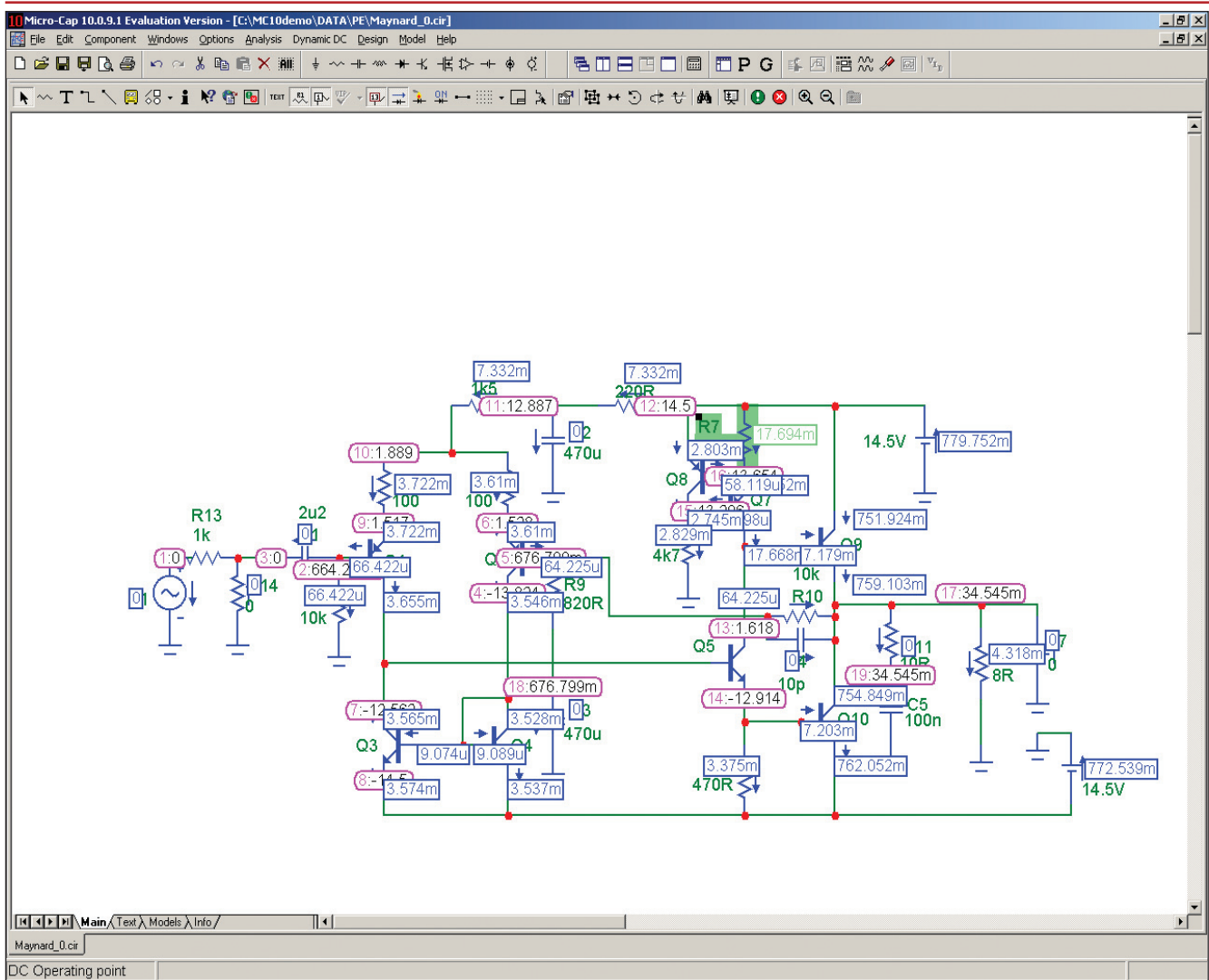
Első dolgunk az, hogy a vizsgálandó erősítő kapcsolási rajzát bevigyük a szimulátorba. Az eredmény az **1. ábrán** látható úgy, ahogy az a képernyőn látszik. A kapcsolásból kihagytam a szoká-

sos tápfeszültséghidegítő elemeket (a szimulátor ideális alkatrészekkel dolgozik, ez vonatkozik a tápfeszültségekre (V2, V3) is). A szimulátor nem ismer potenciométereket, helyettük fix ellenállásokat, illetve fix ellenállásokból álló osztókat teszünk, mely ellenállások értékét majd a szimuláció során tetszőleges finomságban „léptethetjük”. Egy ilyen „léptető” osztóval (R13, R14) változtatjuk a bemeneten az erősítő vezérlőjelének szintjét. R7 változtatásával pedig a végtranzisztorok nyugalmi áramát állítjuk majd be. Az erősítő kimenetén az R12 a terhelőellenállás, az egyelőre nulla kapacitással rendelkező C7 kondenzátor a stabilitásvizsgálatnál kap majd nullától különböző értéket. A V1 generátor frekvenciája 1 kHz, feszültsége $1 V_{eff}$, ez az alapértelmezett. A csomópontokat a program automatikusan beszámozza, megjelenítésük az eszköztáron (felül a 2. sor), ki-be kapcsolható. Ezekre a csomópontszámokra a szimulációknál hivatkozunk majd.

Fontos részei a szimulátornak az aktív alkatrészek (jelen esetben: tranzisztorok) modelljei. Ezek a modellek különböztetik meg a szimulátort az egyszerű hálózatanalizátortól. A tranzisztorok beiktatásakor egy új ablakban kéri a szimulátor az alkalmazni kívánt tranzisztor típusát. A típus magadása után egy ablakban lévő táblázatban megjelennek a tranzisztor Pspice modell adatai, ha a könyvtár tartalmazza a szóban forgó tranzisztortípust. A demo verzió csak egy-néhány tranzisztor modelljét tartalmazza, egyik sem az, ami nekünk itt kell. Ne tévesszen meg bennünket, hogy ennek ellenére sem üres a táblázat, a program feltölti azt az alapértelmezett(default) adatokkal, annak érdekében,



1. ábra



2. ábra

hogy a szimulációk lefussanak, természetesen számunkra érdekelten eredményel.

A képernyő bal alsó részén lévő fülek között van egy „MODELS” fül. Erre kattintva megnyílik egy üres lap. Ide kívülről lehet bevenni az aktuális kapcsolásra vonatkozó modellek adatait. Az internethez fordulunk, és például „BD139 Spice model” kereső kifejezéssel megtehetjük a sok találat között az Onsemi honlapján a BD139 tranzistor Pspice model adatait. A modellparamétereket vágólappal átmásoljuk a már megnyitott MODEL oldalra. Vigyázzunk a részletekre! Az adatok felsorolása a MODEL felirattal kezdődik. Előtte van egy pont, mely azt jelenti, hogy a szimulátor ezeket a model-adatokat használja majd. Ha a pont hiányzik, akkor a prog-

ram a könyvtárhoz fordul adatokért. Ha az adatok felsorolásában sortörés van, akkor az új sor egy „+” jellel kezdődjön, ellenkező esetben az új sort a program nem tekinti az adatsor részének, hanem csak egy számára érdektelen bejegyzésnek. A modell adatokban szerepel a tranzistor típusa is, jelen esetben egy „q”-betűvel kiegészítve. Ezt a „q” betűt nyugodtan kitörölhetjük, és akkor a kapcsolási rajzban a szokásos BD139-re hivatkozhatunk.

A dinamikus DC analízis

A kapcsolási rajz bevitele után meg kell győződnünk arról, hogy nem „kötöttünk-e el” valamit. Ehhez először kapcsoljuk ki az erősítő vezérlését, R14 értékét változtassuk 0-ra (nyíl R14 értékére, a

zöld mező kijelöli az értéket, újabb két klikk, és a kurzor már ott villog). Ezután a DC viszonyokat ellenőrizzük: lefutattuk a lehetséges analízisek közül a dinamikus DC analízist. Ez az analízis meghatározza az egyes csomópontokon fellépő egyenfeszültségeket, az egyes elemeken átfolyó áramokat, az elemek disszipációját. (Az eszköztár gombjaival majd kiválaszthatjuk, hogy ezek közül mi legyen látható.) Az analízisek elindítása előtt egy lehulló ablakban az analízisek határait (analysis limits) kell beállítani. Itt állítjuk be, hogy az egyes alkatrészek értékét milyen finoman akarjuk majd „léptetni” (az alkatrész értékének %-ában kell megadni). A léptetéshez rá kell kattintani az egér bal gombjával a léptetni kívánt alkatrész rajzjelé-