Tranzisztor- és FET-mérő adapter

Debreczeny Ábel okl. villamosmérnök, deby@mfa.kfki.hu

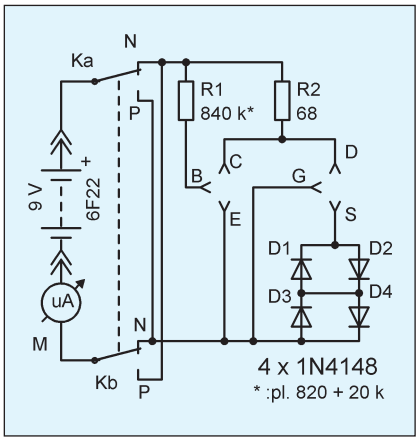
A mai digitális multiméterek legtöbbjében van lehetőség tranzisztor mérésre. Azonban FET mérési lehetőséggel még egyikben sem találkoztam. Ez is inspirált az alábbiak megírására.

Sok éve használok egy saját készítésű egyszerű tranzisztor- és jFET „mérő" szerkezetet **(1. ábra).** A mérőt azért tettem idézőjelbe, mert valójában csak a működőképesség megállapítására alkalmas, tranzisztornál csak h_{FE} mérhető, jFET-nél I_{DSS} és I_D mérhető két munkapontban (U_g = 0,65 V és U_g = 1,3 V).

Tranzisztor mérésnél az R1 840 kohmos ellenállással kb. 10 uA-es áramot adunk a bázisba, és mérjük a kollektoráramot. A két áram hányadosa = h_{FE}. Ha pl. 1 mA a kollektoráram, akkor: h_{FE} = (1000 uA-10 uA) /10 uA = 99. A számlálóban azért szerepel a -10 uA, mert az árammérő a bázisáramot is beleméri a kollektoráramba. Ez 100 feletti h_{FE} értéknél 1% alatti hibát okoz, tehát elhagyható, azonban kisebb értékeknél számoljunk vele!

jFET-mérés: A gate 0-n van, a source 2 db sorba kötött antiparalel dióda párral csatlakozik a nullára. A műszer a drain áramot mutatja kb. 1,3 V záró gate feszültségnél. Egy diódapárt rövidre zárva kb. 0,65 V a záró gate feszültség. A teljes diódaegyüttest rövidre zárva, a Source is 0-ra kerül, így U_{GS} = 0, a műszer az I_{DSS} áramot mutatja. Ha $I_{DSS} > I_D$ (U_{GS} = 0,65 V) > I_D(U_{GS} = 1,3 V), akkor a FET működőképes. Az R2 68 ohmos ellenállás kb. 130 mA-re korlátozza az áramot zárlatos vagy rosszul csatlakoztatott mért eszköz esetén. A műszer helyén bármilyen árammérő használható, lehetőleg 1-10-100 mA átkapcsolható végkitéréssel. A mérést értelemszerűen mindig a legnagyobb méréshatárban kell kezdeni.

A fetronos kísérleteimhez több paraméterre volt szükségem, ezért kiegészítettem a műszert **(2. ábra).** Mint a kapcsolási rajzból látható ez valóban csak kiegészítés és nem fejlesztés (bár a fejlesztés jobban hangzik HI). Így már U_0 (elzáródási feszültség) mérésére is alkalmas és némi képletek alkalmazásával, számítással egyéb paraméterek is meghatározhatók, melyek segítségével már tervezni is lehet FET-es áramköröket. Az egyszerűségből adódóan természetesen nem nevezhető laborműszernek, de a gyakorlat számára elegendő pontosságú. Maximum 50 mA-es I_{DSS} áramú FET-ek mérésére alkalmas. Mint feljebb írtam, tranzisztort digitális multiméterrel is tudunk mérni, ennek ellenére ebben a szerkezetben (ha már úgyis benne volt) meghagytam ezt a lehetőséget is. Lényeges változás, hogy digitális multiméterrel (DVM) mérünk egy 100 ohmos ellenálláson létrejövő feszültséget. Itt már nem mérjük bele a kollektor – drain áramba a bázisáramot és a potméter cca. 18 uA-es áramát, mivel közvetlenül a kollektor – drain körben mérünk, Emiatt K1 állásától függően R2-n változik az áram iránya azaz a rajta létrejövő feszültség polaritása, de ez csak annyit okoz, hogy a DVM-en megjelenik a „-" jel, ha P állásban mérünk (feltéve, hogy polaritáshelyesen csatlakoztattuk a DVM-et).



1. ábra

Használat

I. Tranzisztor mérésnél a K2-t h_{FE}/I_D állásba, a DVM-et 2 V DC-be kell kapcsolni. Leolvasás: 1 mV megfelel h_{FE} = 1-nek,
pl. 150 mV → h_{FE} = 150.

II. A jFET-mérés három lépésben történik:

1. K2 h_{FE}/I_D-ben, DVM 2 V DC-ben $I_{D1,3}$ leolvasható, 0,1 V megfelel 1 mA-nek;
   pl. 0,16 V → 1,6 mA.
   K4-et megnyomva $I_{D0,6}$ olvasható le, K3 megnyomására I_{DSS} látható a kijelzőn, itt is 0,1 V/1 mA léptékkel. A mért értékeket jegyezzük fel!
2. K2 U_{0b} (U_0 beállítás) állásban, DVM 200 mV DC-ben. P-vel < 0,1 mV-ot (1 uA) beállítani, lehetőleg úgy, hogy a kijelzés 0 és 0,1 között váltakozzon. Magyarul a drain áram 1 uA alatt legyen de ne legyen sokkal alatta. [1]
3. DVM-et 20 V DC-be, K2-t U_{0m}-be (U_0 mérése) kapcsolni. U_0 értéke leolvasható a DVM-ről, voltokban. Ezt is jegyezzük fel!

A következő paramétereket tudjuk kiszámolni: A meredekség maximuma (g_{mMax}), nagyjelű meredekség U_g = 0...0,65 V között ($g_{m0,6}$), nagyjelű meredekség U_g = 0,65...1,3 V között ($g_{m1,3}$), nagyjelű meredekség U_g = 0...1,3 V között (g_{mN}), drain-source ellenállás U_g = 0-nál (R_{DS0}).