

JLH: SE vagy PP?

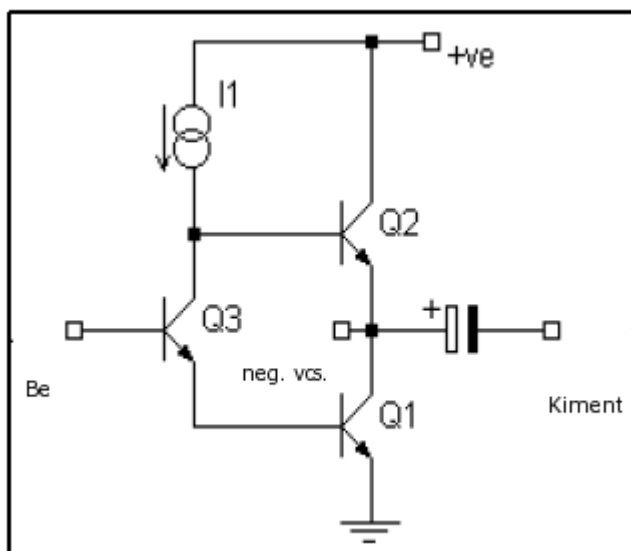
Fölmerül a kérdés, hogy akkor most ez a végfok együtemű (Single-Ended) vagy ellenütemű (Push-Pull) kapcsolású. Geoff Moss írt egy [cikket](#) a dologról. Ennek alapján született ez a pár mondat.

Először illene meghatározni mit jelent az együtemű és az ellenütemű kifejezés az audió erősítők világában.

Együtemű elnevezést használjuk akkor, mikor egyetlen eszköz - pontosabban egyetlen eszközként kezelhető darlington, vagy kompozit darlington - állítja elő a kimenő jelet. Az eszköz értelemszerűen A osztályú beállításban kell, hogy üzemeljen, és nyugalmi árama megegyezik a maximális kimenő árammal.

Az ellenütemű (push-pull) kapcsolás működhet mind A, mind B osztályú beállításban. B osztályú üzemben az eszközök félperiódusonként felváltva lezárnak, és egyikük nem részt a kimenő jel előállításában, míg A osztályú üzemmódban sosem zár le teljesen egyik eszköz sem. A továbbiakban csak az A osztályú üzemmódot lesz szó. Két kimenő eszközt (vagy egyetlen eszközként kezelhető kombinációt) szokás alkalmazni, amelyek lehetnek FET-ek, tranzisztorok, általában komplementer párok alakjában. Az elrendezés olyan, hogy a kimenő jel egyik félperiódusában az egyik eszközön nő az átfolyó áram, míg a másikon csökken, míg a másik félperiódusban fölcserélődik az áramváltozás iránya. A kimenő áram a duplája ez egyik eszközön bekövetkezett áramváltozásnak. A maximális kimenő áram -föltételezve, hogy megtartjuk az A osztályú üzemmódot- a nyugalmi áram duplája. (Látható, hogy a két eszköz váltakozó áramú szempontból párhuzamosan kapcsolódik a terheléssel, míg egyenáramúlag tranzisztoros kapcsolásokban általában sorosan. Elektroncsöves kapcsolásokban egyenáramúlag is párhuzamosan kapcsolják a végcsöveket, és a jelösszegzést a kimenő transzformátor végzi.)

A JLH féle erősítő kimenő fokozata több nézőpontból is elemezhető.



Doug Self szerint az áramkör ellenütemű kapcsolás, melyben Q2 egy emitter követő, és Q1 feszültségvezérelt áramgenerátorként működik. James Sugden hasonló véleményen van.

Másrészt JLH 1969-es cikkében arról értekeznek, hogy az áramkörben a Q2 tranzisztor aktív munkakörülmények között -áramgenerátorként- viselkedik, nem pedig emitterkövetőként, aminek aktív lenne a munkakörülménye... Az Electronics World 2000 májusi számában is azt írja, hogy

erősítőjének kimenete nem ellenütemű, hanem egy darlington pár (Q1, Q3), aminek aktív munkaellenállása egy Q2-vel megvalósított áramgenerátor.

A fentiek alapján úgy gondolhatjuk, hogy a kimenő jelet egyetlen eszköz állítja elő -single-ended-megtámogatva egy aktív emitter / vagy kollektor ellenállással, amely némi ellenütemű jellemzőkkel ruházza föl az áramkört. Hasonló megoldással találkozni Nelson Pass Aleph erősítőinél, amely egy együtemű erősítő, a kimenő MOSFET aktív áramgenerátoros munkaellenállással, melynek áramát modulálja a kimenő jel. A legfőbb eltérés a két áramkör között az, hogy az Alephnél az áramgenerátor áramát a kimenő jel, míg a JLH-nál a bemenő jel modulálja.

Megvizsgálva a kimeneti áramkört, látható hogy Q3 kollektorában egy áramgenerátor található, amely Q2 bázisáramát, és Q3 kollektoráramát biztosítja. Ha Q1 és Q2 tökéletesen egyformák lennének -és eltekintünk Q3 bázisának áramától- akkor bemenő jel nélkül az áramgenerátor áramának pontosan a fele adná Q2 bázisáramát, míg másik fele Q3 kollektoráramát, és azon keresztül Q1 bázis áramát. Az áramgenerátor árama, valamint Q1 és Q2 áramerősítési tényezője határozza meg a végfok nyugalmi áramát.

Ha bemenő jelet adunk Q3 bázisára, akkor azon a jel polaritásának megfelelően nőni, vagy csökkenni fog az átfolyó áram. Ha Q3 árama nő, akkor nő Q1 bázisárama, és ennek következtében - mivel az áramgenerátor árama konstans - csökken Q2 bázis árama. Természetesen ez fordítva is igaz, így Q3 fázishasítóként viselkedik, és Q1 és Q2 valódi ellenütemű meghajtást kap.

Amennyiben a tranzisztorok ideális eszközök lennének, akkor a vizsgálat itt véget is érhetne, és kijelenthetnénk, hogy ez egy ellenütemű végfok, melynek maximális kimenő árama a nyugalmi áram duplája. Természetesen a tranzisztorok korántsem ideálisak. A kollektor áram nem lineáris függvénye a bázis áramának, ráadásul függ a kollektor és emitter közötti feszültségtől is, amely szintén változik vezérléskor. Ezen hatások összessége azt jelenti, hogy ennél az áramköri elrendezésnél -a szimuláció szerint- a maximális kimenő áram a nyugalmi áram 1,3 .. 1,55 szöröse, függően az alkalmazott félvezetőktől.

Mi történik akkor, ha Q1 és Q2 nem tökéletesen egyformák? Nyugalmi állapotban Q1 és Q2 bázis áramai nem lesznek azonosak azaz az áramgenerátor árama az áramerősítési tényezők reciprokának megfelelően fog eloszlni a bázisokban. Kisjelű üzemben nem lesz jelentős különbség a korábbiakhoz képest, de nagy kivezérlésnél a fokozat elkezd egészen másként viselkedni. Előbb-utóbb elfogy valamelyik végtranzisztor bázis árama, és az eszközön nem tud nagyobb áram folyni, a kimenő jel vágást szenved. Ilyen esetben a kimenő áram nem tud tovább nőni, azaz könnyen előfordulhat, hogy a terhelés maximális árama megegyezik a nyugalmi árammal, esetleg még kisebb is lehet annál, ha szerencsétlenül választuk a félvezetőket.

A vázlatos áttekintés is jól mutatja, hogy meglehetősen összetett viszonyban áll egymással a három tranzisztor, lehetne tovább vizsgálni a belső hurok működését, mindenesetre nem változtat a tényen, hogy meglehetősen jól szól az áramkör. És ez az egész dolog lényege.

A fentiek alapján azt lehet mondani, hogy az erősítő ellenütemű... illetve együtemű... illetve...