

Kis torzítású, 10 Hz – 100 kHz között hangolható szinuszgenerátor

Tóth Gábor villamosmérnök, tothgszeged@t-online.hu

Ismeretes, hogy a Wien-Robinson hidas oszcillátorok frekvenciastabilitása és torzítása a hangfrekvenciás tartományban igen jó. Hewlett és Packard amerikai mérnökök 1940-1950-es években történt fejlesztései óta ma már széles körben el is terjedtek, mint egyszerű műszerek. Az alábbi cikk azzal foglalkozik, hogyan lehet egy ilyen – viszonylag egyszerű kapcsolású oszcillátort – megvalósítani, különös tekintettel az otthoni amatőr laboratóriumban való felhasználásra.

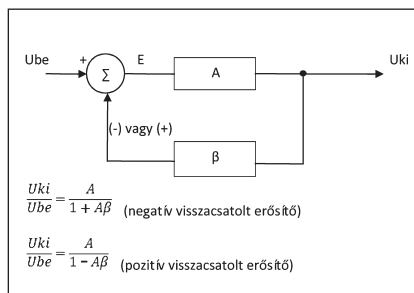
A HP alapító mérnökei által anno megvalósított első, csöves generátor 35 Hz – 35 KHz közötti frekvenciájú szinuszos jelet állított elő jobb, mint 1 %-os torzítással, ami -40 dB vagy kisebb harmonikus tartalom + zaj (THD+N) torzítási szintnek felel meg.

Azonban a mai 20 bites, vagy nagyobb felbontású ADC-k (analog-digitális konverterek) fejlesztése, és paramétereinek mérése igen kis torzítású jelforrást igényel. Ez azt jelenti, hogy a szinuszos jelforrás THD+N értéke a -120...-140 dB-es tartományban kell, hogy legyen! Némi számolás után, mivel 20 dB-es feszültségviszonyt jelent, akkor (1 V-os szinuszjelet alapul véve) a harmonikus tartalom + zaj (THD+N) valahol a tized mikrovoltos tartományba esik, ami másképpen torzítás százalékban kifejezve valahol 0,0001...0,00001% között van. Ha nem is ilyen alacsony torzítási szint, valami hasonló, pláne, ha viszonylag egyszerűen megvalósítható, jól jön az amatőr audio és HIFI rajongók házi műszer arzenáljában is. Persze probléma, hogy ilyen alacsony torzítású jel kiértékelése hogyan valósítható meg otthoni körülmények között. Hogy ez bizonyos határok között nem lehetetlen, arra a számítógépes spektrumanalizátor program, vagy egy kettős T kapcsolású sávzáró szűrő megvalósítása szolgál például. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen kis torzítású jelforrás megvalósítása alacsony zajú és torzítású precíziós alkatrészek felhasználását kívánja meg. Szinte reménytelen az ilyen diszkrét

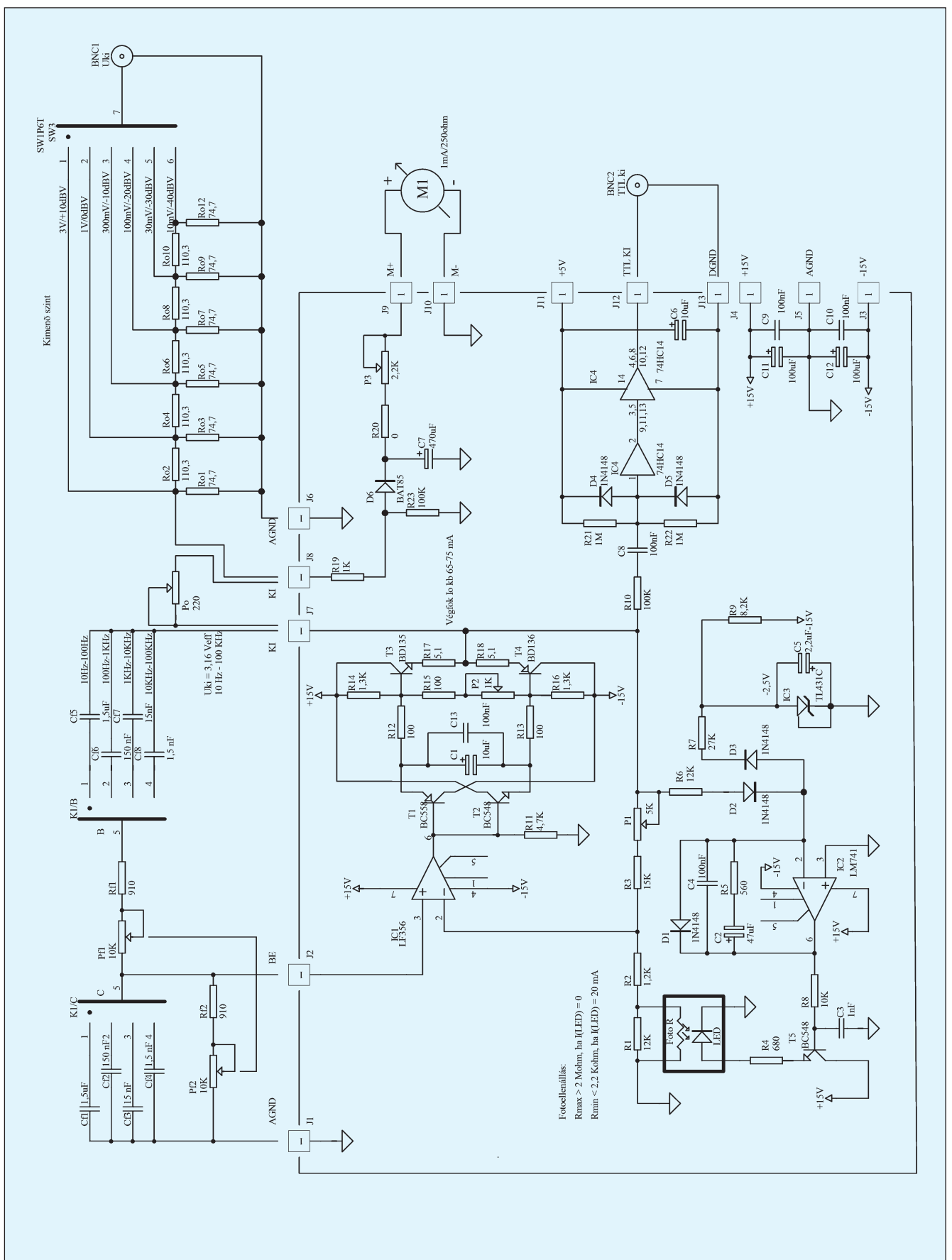
elemekből álló erősítő áramkörének az otthoni kifejlesztése. Szerencsére a szükséges igen kis zajú és torzítású integrált áramkör ma már beszerezhető, és nem is elérhetetlen áron. A továbbiakban az [1] irodalom, és a cikk végén felsorolt további cikkek nyomán megvalósított generátort ismertetem.

A *Rádiótechnika* 1995/6. számában [2] már megjelent ezzel a témával kapcsolatban egy igen egyszerű, és könnyen megvalósítható mindentáresztő kapcsolású áramkör, amely 0,01% körüli torzítást produkál, és biztosan jelentek meg más cikkek is. Jelen írás azonban [1] alapján inkább a Wien-Robinson hidas oszcillátorra koncentrálok, elsősorban az egyszerű hangolhatóság miatt. Célunk az előbbi kiváló eredmény Wien-hidas megközelítése.

[3] alatt Mike Gábor tananyag – sok más oszcillátor mellett – igen jól összefoglalja az elméleti tudnivalókat. A kis torzítás érdekében a gyakorlatban azonban néhány további megfontolás szükséges [4]. Az alábbi, általános, akár pozitív (+), akár negatív visszacsatolt (-) erősítőre érvényes séma alapján vegyük sorra a fontosabbakat!



Az oszcilláció feltétele, hogy a fenti visszacsatolt erősítőben a hurokerősítés ($A\beta$) értéke pontosan egységnyi legyen, de a bemenetre visszacsatolt jel fázistolása legyen pontosan -180 fok, negatív visszacsatolt erősítőnél, illetve pontosan 0 fok a pozitív visszacsatolt erősítőnél. A tervezésnél törekedni kell arra, hogy visszacsatolás nélkül is az alkalmazott komponensek amplitúdótorzítása, frekvenciamenete és fázistolása – amelyek befolyásolják a berezgési frekvenciát – az ideálistól csak elhanyagolható mértékben térjen el a működési frekvenciasávon belül. Arra kell törekedni, hogy az oszcillátorban ezek az eltérések elsősorban csak a passzív elemektől függjenek, mert a passzív alkatrészek, ellenállások, kondenzátorok paramétereik sokkal pontosabbak, és időben stabilabbak, mint az aktív elemek adatai. Ennek megfelelően a jól tervezett oszcillátorban a működési frekvenciatartományban például a fázistolás a legkisebb mértékben függ a műveleti erősítő(k) paramétereitől, mivel azok kiindulási értékei is, és az időbeli változásai (drift) is sokkal nagyobbak, mint a passzív alkatrészeké. A műveleti erősítőt tehát úgy kell megválasztani, hogy az lehetőleg ne hozzon létre járulékos fázistolást a működési frekvenciákon, ez az integrált műveleti erősítők alkalmazását relatíve alacsony frekvenciára korlátozza. Másképpen mondva: a műveleti erősítőnek elég gyorsnak kell lennie, hogy magasabb frekvencián is tudjuk alkalmazni.



1.ábra (A rajz honlapunkról is letölthető)