

Induktivásmérő előtét DFM-hez

A kezdő rádióamatőrök számára a különböző tekercselt alkatrészek (rezgőköri tekercsek, fojtók, transzformátorok) elkészítése, induktivitásuk nagyságának megállapítása nagy problémát jelent. Az ipari mérőkészülékekhez nehéz hozzáférni, a házilag is legyártható műszerek bonyolultak, nehezen megépíthetők, ráadásul a bemérésükhöz megint csak ipari műszerekre lenne szükség. A probléma megoldásához nyújt segítséget Sz. Belenyeckij konstrukciója, melynek leírása a *Ragyio 2005/5. számában* jelent meg.

A fentiekben vázolt problémáknak köszönhető a frekvenciamérőkre vagy oszcilloszkópokra köthető egyszerűbb előtétek népszerűsége. Azonban a kapcsolások nagy része olyan, hogy a mérési sávban kifejezetten egyetlen mérési pontosság, így a kapott adatok helyes kiértékelhetősége sokszor csorbát szenved.

Az említett hiányosságokat kívánja megszüntetni a bemutatásra kerülő egyszerű adapter, illetve az ahhoz kapcsolódó módszer, továbbá ismerteti a szerző azokat a módokat, ahogy a mérési hibákat értékelni lehet. A következőkben ismertetett előtéttel a 0,2 uH...4 H tartományban mérhetünk induktivitást. Mivel az előtét mérőköre alacsony feszültséggel – legfeljebb 100 mVcs – operál, a kisebb gyűrűs vasmagokat is nagyobb pontossággal tudjuk megmérni (nem áll fenn a telítődés veszélye), illetve meg tudjuk határozni a ferromágneses anyagok kezdeti permeabilitását. Ily módon nagyon sokszor elkerülhetjük az adott tekercs kiforrasztását a mérés alatt a vizsgálandó berendezésből!

Az előtét bármilyen, legalább 3 MHz méréstartományú és legalább 3 digitos házi, vagy ipari gyártású frekvenciamérőhöz csatlakoztatható. Frekvenciamérő hiányában oszcilloszkópot is használhatunk.

A bevezetőből is kiérezhető, hogy azért nem professzionális műszerről van szó, hiszen a 0,2...0,5 uH-s intervallumban a mérési pontosság nem jobb, mint 50%, és nagyban függ attól, mennyire tudjuk figyelembe venni az előtét bemeneti vezetékének parazita induktivitását. A 0,5...5 uH sávban a hiba már 5...20%-ra csökken, azonban itt

is figyeljünk a járulékos induktivitásokra! 5 uH...20 mH között mérhetünk a legkisebb hibával: max. 2%-kal. A 20 mH...200 mH intervallumban – feltéve, hogy az induktivitás saját kapacitása nem nagyobb 1000 pF-nál – a mérési hiba legfeljebb 5%. A 0,2 H-nél nagyobb induktivitások esetében a tekercs jelentős aktív ellenállása miatt a hiba 5...20%-ra nő, sőt 1 H fölött ismét elérheti a 20...50%-ot is!

Az induktivitás mérése a rezgőkört leíró Thomson egyenlet segítségével történik. Itt és a továbbiakban a frekvencia MHz-ben, a kapacitás pF-ban, az induktivitás uH-ben van megadva

$$f^2 = 25330/LC.$$

Ha a rezgőkör kapacitása $C_k = 25330$ pF, úgy a képlet leegyszerűsödik:

$$L = 1/f^2 = T^2$$

ahol T – a periódusidő us-ban.

Az előtét kapcsolási rajzán (1. ábra) egy emittercsatlakoztatott kétfokozatú erősítőt tartalmazó generátor van, amely rezgési frekvenciáját a C1...C4 párhuzamos kondenzátorcsoport, valamint a C5 csatlakozókra köthető L_x mérendő induktivitás együttesen határozza meg. Mivel a T1 tranzisztor bázisa közvetlenül össze van kötve a T2 kollektorával, a generátor hurokerősítése nagy, ami az L/C arány nagy mértékben történő változása esetében is széles frekvenciatartományban eredményez stabil rezgést. A hurokerősítés nagysága arányos az alkalmazott tranzisztorok meredekségével, és effektíven szabályozható az emitteráramok változtatásával.

Erre a célra szolgál a D1, D2, C7, C8 elemekből álló feszültségkét-szerező egyenirányító, ami a T3-at vezérli.

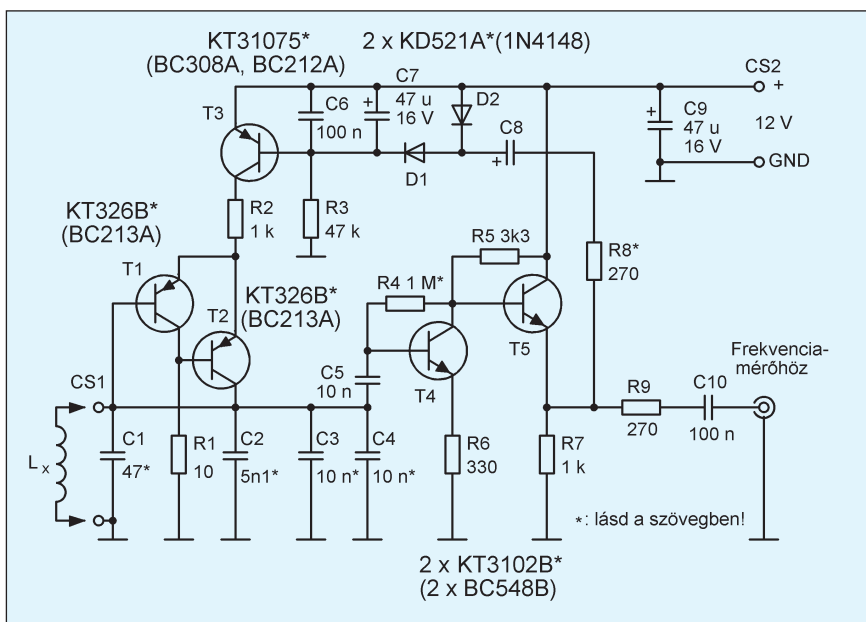
A T4 tranzisztorral kialakított, $A_u = 8...9$ feszültségerősítésű fokozat lehetővé teszi, hogy a rezgőkör jelének amplitúdóját 80...90 mV-ra csökkentjük, miközben maga a kimenőjel 0,7 V-os. A T5 emitterkövető biztosítja az erősítő viszonylag kis impedanciás terhelhetőségét.

A tápfeszültség 5...15 V közötti változásakor a kimenőjel szintje max. 20%-kal tér el, és egy nagy körjósági tényezőjű, $L = 35$ uH induktivitás esetében a rezgés frekvenciája ($f = 168,5$ kHz) legfeljebb 40 Hz-cel „mászik el”.

Megépítés

Az adapteráramkört 50×65 mm-es, egyoldalon fóliázott, üvegszál erősítésű nyákra építjük fel (2. ábra). Az alkatrészek beültetése a 3. ábra alapján történik.

Az eredeti cikkben a szerző röviden említi a különböző (orosz) tranzisztortípusokkal végzett kísérleteit. A leírtak alapján megállapíthatjuk, hogy a T3 helyén gyakorlatilag bármilyen kis teljesítményű, A áramerősítési osztályú PNP univerzális szilíciumtranzisztor, míg a T4 és a T5 helyén B áramerősítési osztályú, NPN univerzális szilíciumtranzisztor megfelel. (A zárójelbe tett európai típusokat összehasonlító táblázatból kerestük ki.) A KT326B-hez illet nem találtunk, pedig a konstruktőr szerint ez a típus szolgáltatta a legjobb eredményeket. Az adatlapja alapján ez egy 400 MHz-es tranzitfrekvenciájú PNP tranzisztor. Nyilvánvaló, hogy valamilyen hasonló határfrekvenciájú, A osz-



1. ábra

tályú hettesítheti, ezért elképzelhető, hogy a BC213A-t ($F_T = 360$ MHz) is megfelel. Meg lehet próbálkozni valamilyen „T”-tokozású (TO-50) nagyfrekvenciás PNP tranzisztorral is, pl. a BF679-cel ($F_T = 500...700$ MHz).

Talán „szentségtörésnek” tűnhet, de elképzelhető, hogy az oszcillátor kitűnően működik a régi germánium nagyfrekvenciás tranzisztorokkal – például az $F_T = 500...700$ MHz-es AF139, AF239, AF240 család bármely tagjával –, ha azokat minél kisebb visszáramra kiválogatjuk, és ellenőrizzük, hogy a kisáramú áramerősítési tényezőjük eléri-e az 50-et. Az R1 valószínűleg növelendő, akár 100 ohmig.

A D1 és D2 tetszés szerinti univerzális szilícium dióda; az 1N4148 v. az 1N4151 tökéletesen megfelel.

Az ellenállások 5%-os fémréteg típusok legyenek. A C1 0 hőmérsékleti tényezőjű kerámia, a C2...C4 értékre válogatott, jó minőségű, induciószegény, mű-

anyag dielektrikumú tömbkondenzátor kell legyen! A C1...C4 összkapacitása legalább 1%-os pontossággal 25330 pF; jórészt ezen kapacitásérték pontosságától függ a mérés pontossága! A válogatásra később visszatérünk

A többi kondenzátor kisméretű kerámia ill. elektrolit típus, a tűrésük, veszteségük, hőfoktényezőjük nem kritikus.

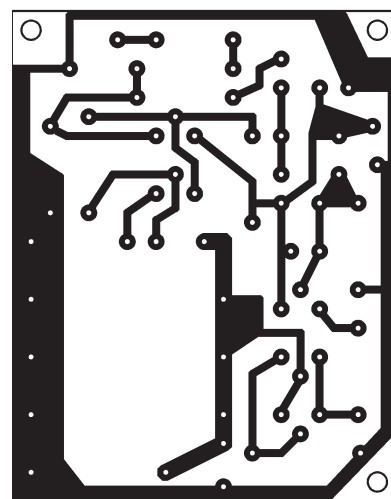
A CS1 pl. a hangszórókábelelek csiptetős csatlakozópárja lehet, a frekvenciamérőhöz való CS3 kimenet pedig célszerűen 50 ohmos BNC aljzat. A CS2 tetszőleges tápfeszültségcsatlakozó, DIN-hüvely, RCA aljzat stb. Az adaptert tetszőleges fém v. műanyag dobozba építhetjük be.

Először azonban ellenőrizzük a beültetés helyességét, majd adjunk az áramkörre 12 V-ot! Ekkor még ne kössünk semmit a CS1-re. A T5 emitterén a feszültségnek kb. tápközépnek kell lennie. Ha az eltérés jelentős, úgy változtassuk R4 értékét! A felvett áram mintegy 20 mA.

Kapcsoljunk a CS1-re egy L_x induktivitást, melynek értéke néhányszor 10 vagy 100 uH (a pontos érték nem kritikus), a CS3-ra pedig egy oszcilloszkópot, vagy nagy bemenőellenállású feszültségmérőt! Az előtét kimenetén 0,45...0,5 V effektív értékű (0,65...0,7 V amplitúdójú) váltófeszültségnek kell megjelenie. Szükség esetén ez az R8 módosításával beállítható.

Kalibrálás

Egy frekvenciamérőre csatlakoztatva az előtétet, nekikezdhetünk a kalibrálásnak. Ez többféleképp történhet. Ha van a kezünk ügyében egy etalonnak tekinthető (1%-os tűrésű, vagy ilyen pontosan bemért) induktivitású, néhányszor 10 vagy 100 uH értékű, nyílt vasra megtekert tekercsünk, úgy ezt viszonyítási alapként fel tudjuk használni a C1...C4 kondenzátorok összértékének belövéséhez: addig cseréljük a kondenzátorokat, amíg a frekvenciamérőnk az adott induktivitásértéket nem mutatja!



2. ábra

Ageta méréstechnika

MÉRŐMŰSZEREK, OSZCILLOSKÓPOK, ANALIZÁTOROK, JELGENERÁTOROK, TARTOZÉKOK

Ageta Kft. <http://shop.ageta.hu> ; email: ageta@ageta.hu ; Tel.: 30/2564-288 ; Fax: 96/214-342