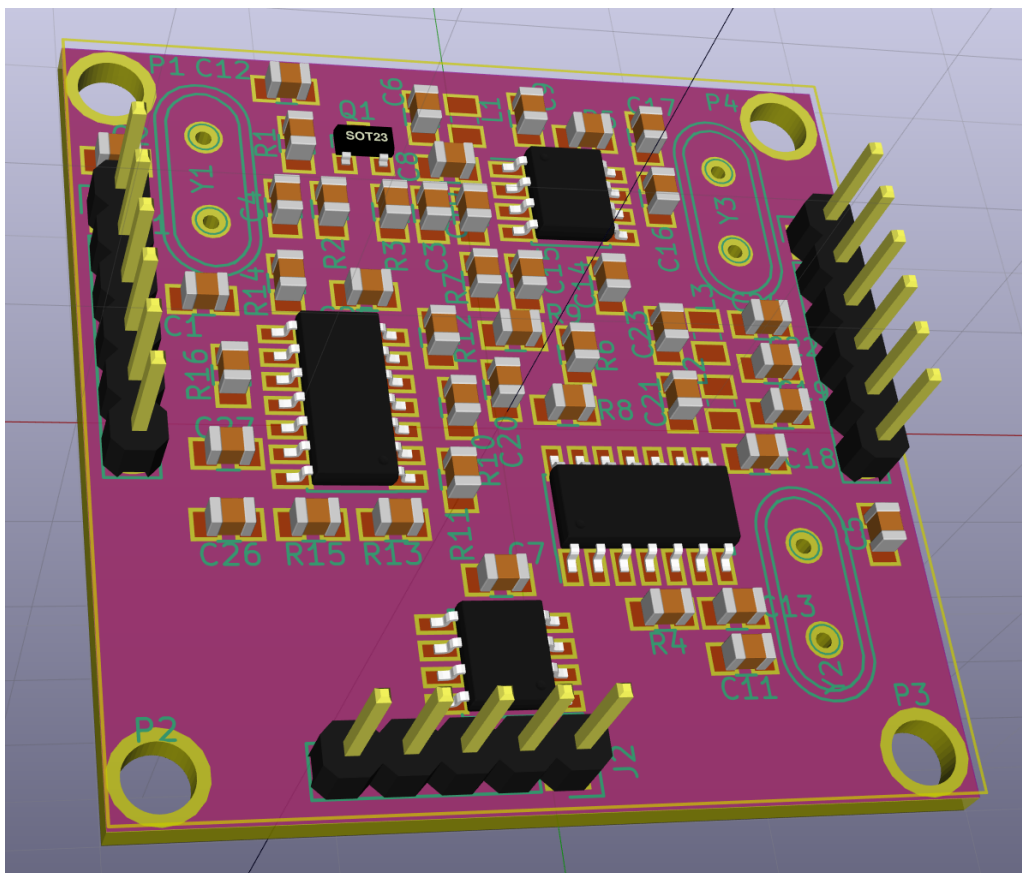


Nagyfrekvenciás elektronika házi feladat



Keskeny sávú BPSK adó-vevő
rövidhullámra a zajteljesítmény szint
alatti detekció demonstrálására
v2.0

Dudás Levente

2018

1. Az adó-vevő funkcionális felépítése

1.1. Adó

A BPSK adó digitális moduláló jelét az U1 mikrovezérlő állítja elő a benne levő assembly programnak megfelelően. A mintakód elérhető itt: <http://ha7wen.hu/nre/nre.asm>.

Az assembly programot módosítani szükséges mindenkinek a saját kódjának megfelelően. A konkrét bináris mintát a main - goto main közötti alprogram hívások állítják elő. Módosítani csak ezt a részt kell.

A kód kereséséhez szükséges kereső program elérhető itt: <http://ha7wen.hu/nre/cg.c>.

Ez Linux alatt terminálban `gcc cg.c -lm -o cg.out -Wall` paranccsal fordítható és a keletkező állomány futtatható így: `./cg.out`.

A megfelelően időzített (100 bit/s körüli adatsebesség) kimeneti digitális jel egy XOR kapuval felépített helyi oszcillátor és modulátor IC-re jut (U3), melynek kimeneti jele egy LC aluláteresztő szűrőre kerül, amelynek kimenete már antennával kisugárzásra alkalmas.

1.2. Vevő

A vevő egy kvarckristállyal felépített rádiófrekvenciás (RF) sáváteresztő szűrővel indul. A szűrt RF jel innen egy Q1-gyel felépített hangolt kollektorkörös földelt bázisú RF előerősítőre kerül.

Ennek kimenete vezérli az U2-vel felépített kétszeresen kiegyenlített keverőt. Ennek oszcillátor körében egy kb. 800 Hz-cel az adás frekvenciájához képest elhangolt periodikus rezgés biztosítja a keveréshez szükséges helyi rezgést.

Az U2 kimenetén (4 és 5. láb) differenciálisan előáll a vett és a helyi rezgés összeg és különbségi frekvenciájú keverési terméke, amelyből az R8-R9-C20 RC aluláteresztő szűrő csak a különbségi hangfrekvenciás jelet engedi tovább a középfrekvenciás (egyben hangfrekvenciás) erősítőre, amely a szakirodalomból jól ismert *instrumentation amplifier* - U4.

A hangfrekvenciás kimenet innen - a terepi mérés alkalmával - egy hangkártya bemenetére kerül. A hangkártyáról jövő digitalizált jelet komplex numerikus oszcillátor segítségével digitális alapsávra kell keverni, digitális alapsávon decimálni és megvalósítani az adó oldalon előállított kódnak megfelelő illesztett szűrőt, amely a zaj teljesítmény sűrűség szintjéhez képest kisebb vett teljesítmény szintről is képes a jel detektálására.

Ehhez segítség itt: <http://ha7wen.hu/nre/nemf.c>

2. Az adó-vevő kapcsolási rajza

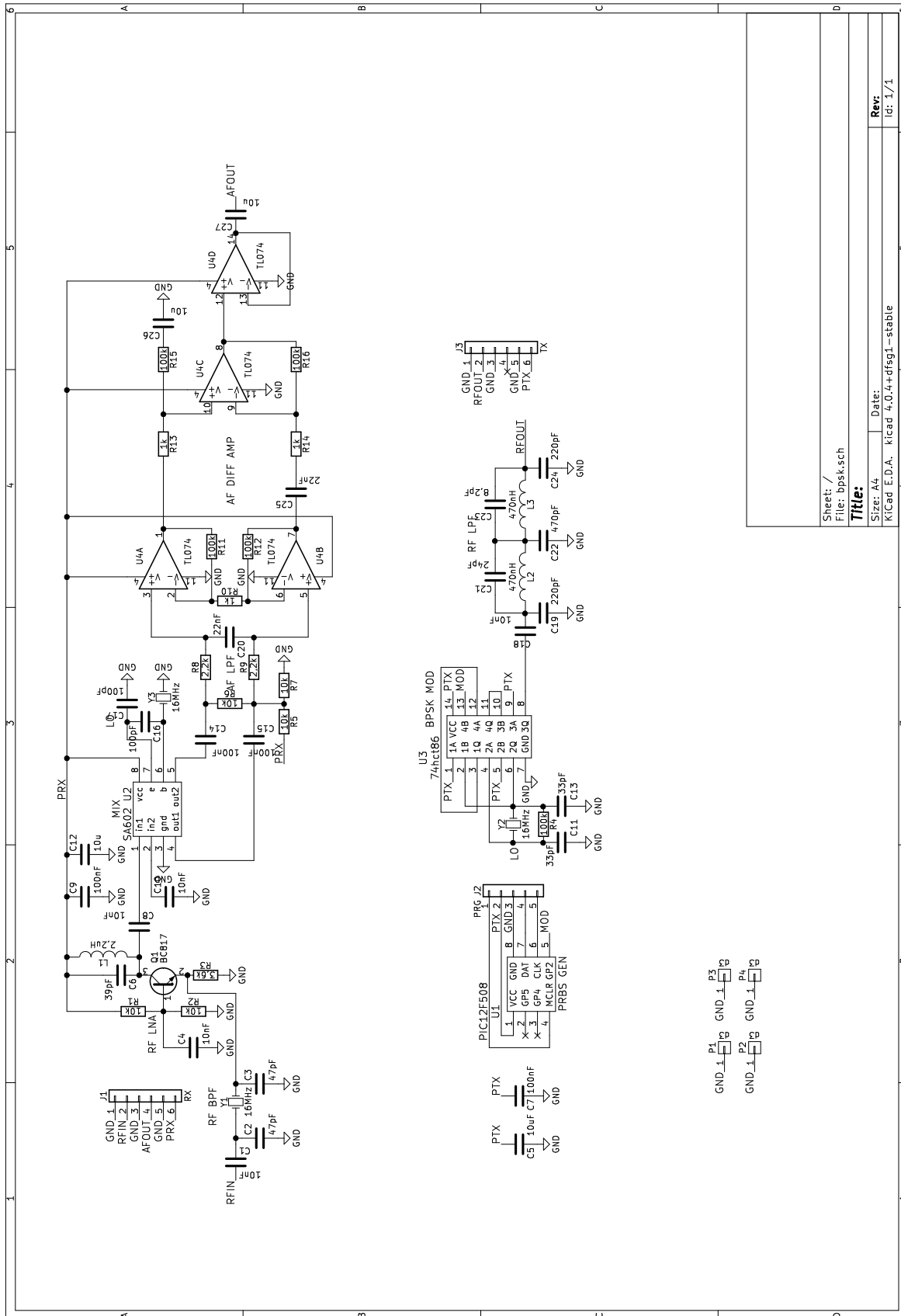
Az adó-vevő kapcsolási rajza az 1. ábrán látható.

3. Az adó-vevő alkatrész ültetési rajza

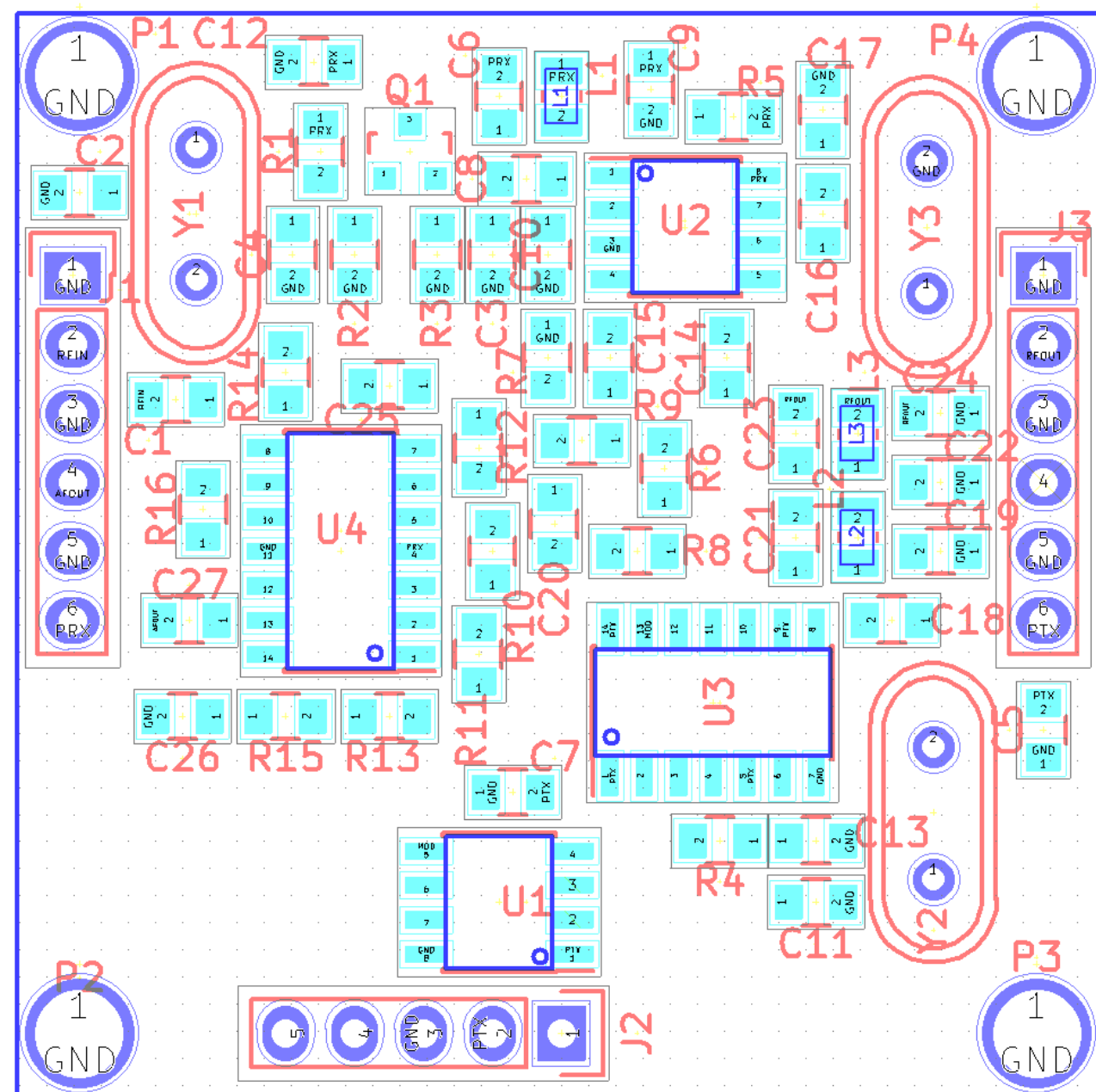
Az adó-vevő alkatrész ültetési rajza a 2. ábrán látható.

Az alkatrészek beforrasztásának ajánlott sorrendje:

1. ellenállások,
2. kondenzátorok,
3. tekercsek (induktivitások),
4. tranzisztor,



1. ábra. Kapcsolási rajz



2. ábra. Az alkatrész ültetési rajz

5. IC-k,
6. kvarcok,
7. túsorosok.

4. Tervezési feladatok

A tervezési feladatok során legalább Tina szintű áramkör szimulátor programot használjon, amelyről a házi feladat dokumentációjába a kapcsolási rajzoknak, a Bode-diagramoknak benne kell lenniük. A Tina program itt: <http://ha7wen.hu/nre/tina.zip>.

4.1. RF kimeneti alul áteresztő szűrő

Tervezzen Csebisev típusú LC alul áteresztő szűrőt, amely $50\ \Omega$ -os környezetben átereszt a 16 MHz-es keskenysávú RF jelet, és hatékonyan csillapítja ennek 3. és 5. harmonikusát.

4.2. Hangolt kollektorkörös RF erősítő

Tervezzen hangolt kollektorkörös RF erősítőt a 16 MHz-es sávra, amely $50\ \Omega$ -os forrás impedanciáról $1,5\ \text{k}\Omega$ -os terhelő impedanciára illeszt, miközben legalább 20 dB-t erősít, és a -3 dB-es sávszélessége legalább 1 MHz.

4.3. Instrumentation Amplifier

Tervezzen 1 kHz-es névleges hangfrekis jelre legalább 80 dB erősítéssel rendelkező hangfrekvenciás IA-t TL074 IC felhasználásával: differenciális AC bemenet, földhöz képesti hangfrekis kimenet.

5. Mérési feladatok

5.1. Adó

- kimeneti teljesítmény mérése,
- kimeneti spektrum mérése 1 MHz, 100 kHz, 10 kHz span és auto RBW mellett,
- kimeneti jel konstellációs diagram mérése jó és kevésbé jó SNR mellett - BPSK,
- kimeneti jel harmonikus traktusának mérése: start freq 1 MHz, stop freq 100 MHz, auto RBW, marker a 16 MHz-es és harmonikusain.

5.2. Vevő

- DC munkaponti feszültségek mérése minden félvezető elem minden lábán,
- 15,998 MHz-es RF bemeneti jel esetén a hangfrekvenciás kimeneti jel V_{pp} , frekvencia, és jelalak mérése -90, -100, -110 és -120 dBm bemeneti RF teljesítmény szint mellett: RF bemeneten RF jelgenerátor, hangfrekis kimeneten pedig oszcilloszkóp.

6. Terepi mérés

Helyszín: BME VIK SzHVT V1 épület 5. emelet erkély.

Időpont: decemberben a pótlási héten, előre kihirdetett időpontban.

Az erkély egyik és másik végén (36 m távolságban) pecabot Ground-Plane antenna fixen telepítve.

Összesen 4 hangfájl kerül rögzítésre hallgatónként: kettő az adó, kettő a vevő mérésénél, amely a mérés után elérhető lesz a <http://ha7wen.hu/nre> oldalon.

6.1. Adó

Közös vevőt használva, melynek RF bemenete az antennán, hangfrekis kimenete hangkártyára csatlakoztatva, mindenki adójának vétele 0 dB és min. 80 dB plusz csillapítás beiktatása mellett.

Két hangfájl keletkezik. A jó SNR-rel rendelkező alkalmas arra, hogy megállíptásra kerüljön a jel névleges hangfrekis vivőfrekvenciája, illetve a tényleges adatsebesség paraméter az illesztett szűrő megvalósításához.

A jóval rosszabb SNR-rel rendelkező (valószínűleg negatív dB SNR) fájl pedig a zaj teljesítmény szint alatti detekció demonstrálására alkalmas - ugyanazt a kódot kell két rögzített fájlra lefuttatni, amelyhez mindekinek a saját előre elkészített kódja szükséges.

6.2. Vevő

Közös adót használva, ott Barker-11 kódot BPSK-ban sugározva 0 dB és 80 dB plusz csillapítás mellett mindenkinek a vevőjével két-két hangfájl rögzítése.

A jó és a rosszabb jel-zaj viszonyú az adó méréséhez hasonlóan használandó.

7. Házi feladat és mérési jegyzőkönyv, mint dokumentáció

A házi feladat a HVT sablonnak megfelelően LaTeX-ben kell készülnie - https://hvt.bme.hu/images/sablonok/hvtsablon_v2.zip, amelynek a következőknek kell megfelelnie:

- Tartalmaznia kell:
 - a hallgató nevét,
 - a mérés idejét,
 - a mérés helyét,
 - a részletes kidolgozott számítási feladatokat,
 - a felhasznált műszerek típusát, gyári számát,
 - a mérési elrendezés rajzait.
- Rövid, tömör, lényegre törő legyen:
 - kapcsolási rajzokkal,
 - Bode-diagramokkal,
 - szimulációs eredményekkel,
 - kódrészletekkel

tarkítva úgy, ahogy egy mérési jegyzőkönyvnek ki kell néznie, vagyis egy egység-hallgató idejét igénybe véve leültetve az adott műszerek és áramkörök elé, a hallgató képes legyen reprodukálni az adott mérési eredményeket, amelyeket a jegyzőkönyv tartalmaz.

8. Határidők

A házi feladat ill. mérési jegyzőkönyv elküldésének határideje a pótlási hét péntek 12:00, mert aznap még az aláírásokról, illetve azok megtagadásáról a Neptun-ban az oktatónak nyilatkoznia kell.

A jegyzőkönyveket kinyomtatni nem kell, csak a LaTeX-ban generált pdf-et kell elküldeni a `dudas@hvt.bme.hu`-ra.

Legalább egy vizsgára mindenkinek jelentkeznie kell, különben nem tudok jegyet beírni.

Amennyiben az adott jelentkezett hallgató az adott vizsaidőpont elején nem jelenik meg, azaz - ráutaló magatartással - elfogadja a megajánlott jegyét, amely a következőképpen képződik: 33 % 1. ZH, 33 % 2. ZH és 33 % HF.

Mindkét ZH és a házi feladat is %-os rendszerben értékelődik. A félév végén képződő átlag % komparálási szintjei a következők: 40, 55, 70, 85.

Az aláírás feltétele mindkét ZH legalább 40 %-os teljesítése, a működő áramkör és a terepi mérésen való részvétel.

Ezen íromány megfelel a hivatalos tantárgyi adatlapnak (ahhoz képest néhol megengedő), amely elérhető itt: <https://portal.vik.bme.hu/kepzes/targyak/VIHVMA03/>.

Budapest, 2018 szeptember 1.

Dudás Levente