

# Frekvencia – feszültség konverter

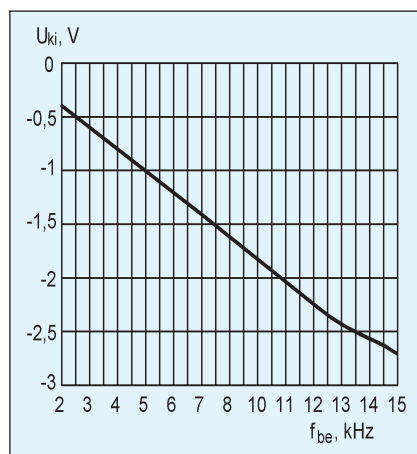
Diószegi Gyula villamosmérnök, divelex@gmail.com

Az ismertetésre kerülő áramkör a – 2014 áprilisában a *Bolyai János Műszaki Szakközépiskolában* és a *BHE Bonn Hungary Kft. Újpesti Ipari Parkban* található *Elektronikai-Technológiai Központban* megrendezett – XVII. Országos Elektronikai Konstruktív Verseny egységes építési és mérési feladatául szolgált. A kifejezetten oktatási célra szánt áramkör tervezésénél fontos szempont volt, hogy minél több, a középfokú szakképzés és a mérnökképzés során oktatott funkcionális elemet tartalmazzon, valamint az áramkör terjedelméhez képest minél több mérési feladat elvégzésére legyen alkalmas.

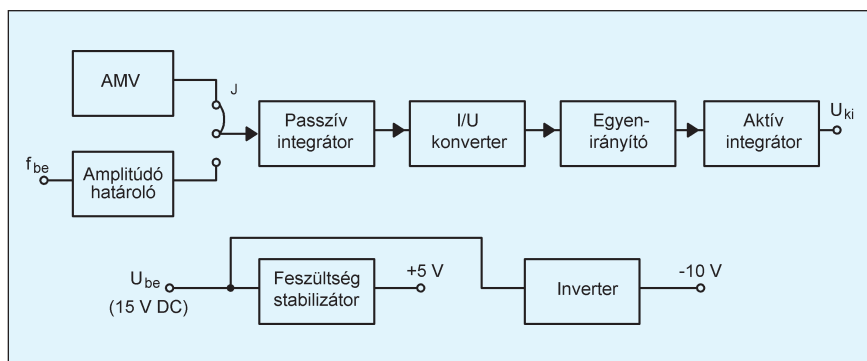
## Általános ismertetés

Az áramkör egy olyan négyfólyus, amely kimenetén a bemenetére adott jel frekvenciájával egyenesen arányos egyenfeszültség jelenik meg. Tulajdonképpen egy diszkrét elemekből felépített inverz feszültségvezérelt oszcillátorról (VCO-ról) van szó. A közölt mérési adatok ill. oszcilloszkópábrák a prototípuson végzett mérések eredményei. Az áramköri elemek szórása következtében a további megépített áramköröknél ettől eltérést tapasztalhatunk.

A kimeneti feszültség a következő képlettel számolható:  $U_{ki} = -k \cdot f_{be}$ , ahol az átviteli tényező értéke  $k = 200 \text{ mV/kHz}$ . Az átviteli karakterisztikája a 2...15 kHz-es tartományban az 1. ábrán látható. A linearitási hiba 2...7 kHz-es frekvenciatartományban 1,5%. (A karakterisztika felvétele az  $f_{be}$  bemenetre kapcsolt külső jelforrás segítségével történt.)



1. ábra



2. ábra

## Működés a tömbvázlat alapján

Az áramkör tömbvázlatát a 2. ábra mutatja. A J jumperrel a bemeneti jel forrása választható ki. Ez lehet az  $f_{be}$  bemenetre amplitúdó határoló ill. vágó áramkörön keresztül eljuttatott négyszög- vagy szinuszos jel, vagy a helyi astabil multivibrátor (AMV) kimeneti jele. Ez utóbbi által lehetővé válik az áramkör működtetése, külső jelforrás hiánya esetén is.

Az R-C tagokból felépített passzív integrátort Schmitt-triggeres inverter előzi meg, amely biztosítja, hogy meredek éllel rendelkező négyszögjel kerüljön az integrátor bemenetére.

A passzív integrátor árama az áram-feszültség konverterre kerül, így annak kimenetén az integrátor áramával egyenesen arányos feszültség jelenik meg. Ezt követi az egyutas precíziós egyenirányító, amelynek kimenetén csak a pozitív impulzusok jelennek meg. A bemeneti jel frekvenciájával arányos egyenfeszültség az aktív integrátor kimenetén je-

lenik meg, amely a konverter  $U_{ki}$  kimenetét képezi. Az áramkör 15 V-os külső, stabilizált tápfeszültséget igényel. A logikai áramkörök (NEM kapuk) tápfeszültség ellátása az 5 V-os feszültség stabilizátorról történik. Az analóg áramkörök „szimmetrikus” tápfeszültséget igényelnek. Ez egyrészt a bemeneti +15 V-os feszültség, másrészt az inverterrel helyileg előállított kb. -10 V lesz.

## Részletes működés

A részletes működés ismertetése a 3. ábra kapcsolási rajza alapján, fokozatokra bontva történik.

### Astabil multivibrátor

A Schmitt-triggeres inverterrel (CD40106) felépített astabil multivibrátor kimenetén megjelenő négyszögjel frekvenciáját a hiszterézishurok szélessége (az  $U_H$  feszültség) és az R-C tagok értéke határozza meg. Ennek kiszámítására szolgáló képlet alapján ( $f = 1/0,83 \cdot R \cdot C$ ) a kimeneti jel frekvenciája 1 kHz és 6 kHz kö-

zött változtatható a 100 kΩ névleges ellenállású potenciométer segítségével. (A frekvencia értéke a számított értéktől a szénréteg-potenciométer  $\pm 20\%$ -os tűrése miatt jelentősen eltérhet!)

### Amplitúdóhatároló

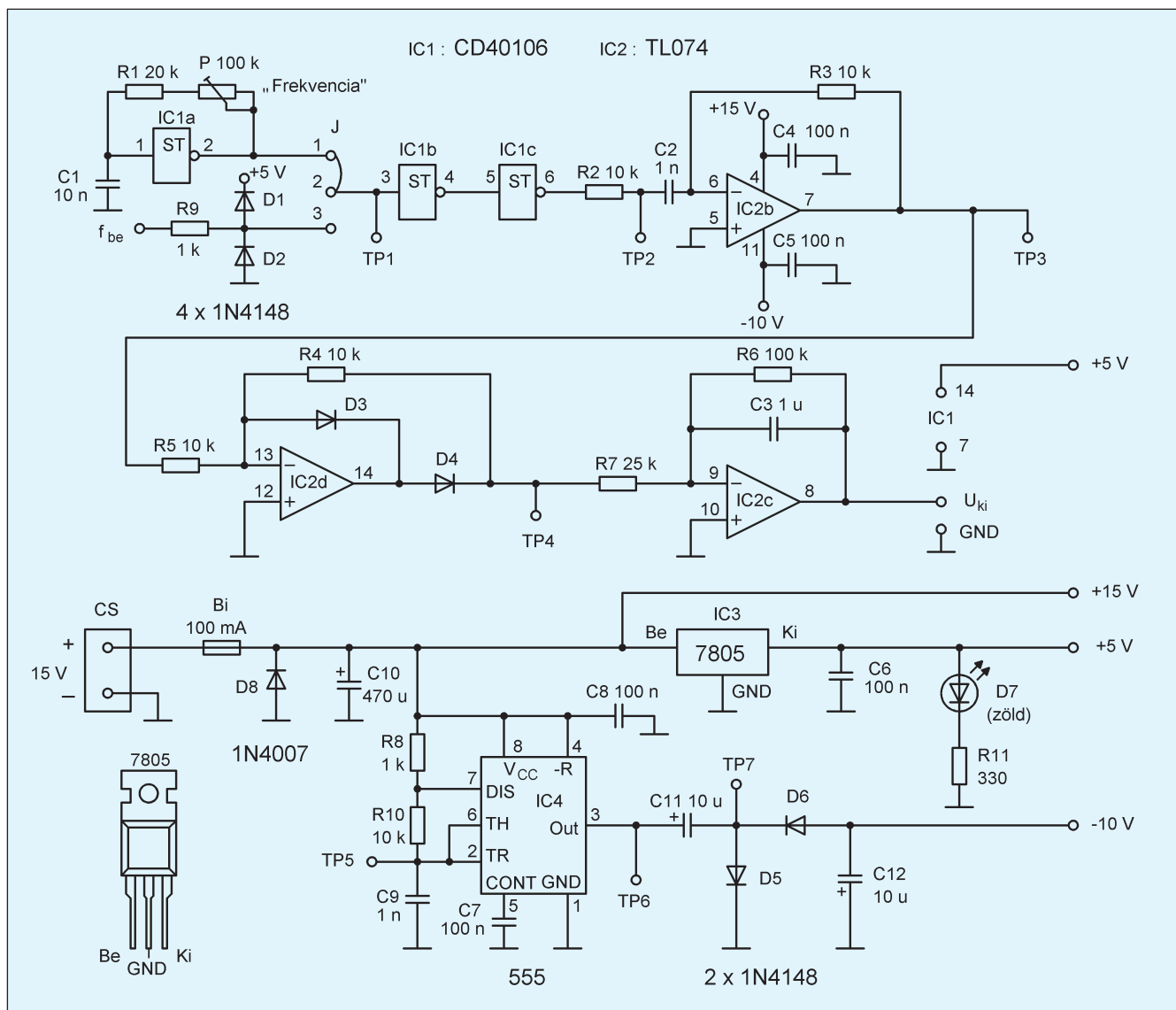
Az amplitúdóhatároló (vágó) áramkört a D1 és D2 dióda, valamint az áramkorlátozó R9 ellenállás alkotja. A működését szemléletesen mutatja a 4. ábrán látható oszcilloszkóp-ábra. Az  $f_{be}$  bemenetre kapcsolt szinuszos jelet pozitív irányban (+5 V + $U_F$ ) értéken, ( $U_F = 0,7$  V a dióda nyitófeszültsége) azaz +5,7 V-nál hártarolja, míg negatív irányban

- $U_F$ -nél, azaz -0,7 V-nál. Összefoglalva, az inverterre (IC1) jutó jel amplitúdója szélsőséges esetben -0,7 V és 5,7 V lehet, tehát a tápfeszültséget mindkét irányban 0,7 V-tal, azaz a dióda nyitófeszültségével lépheti túl. Ezt a CMOS tranzisztorokból felépített inverter (IC1b) maradandó károsodás nélkül elviseli.

### Passzív integrátor, I-U konverter

A fenti két funkcionális elem szerves egységet képez, így együtt tárgyaljuk. A jumper által kiválasztott jel két sorosan kapcsolt inverteren keresztül – tehát fázisfordítás nélkül – jut az R2, C2 elemekből felépített integrátorra.

Mivel a műveleti erősítő invertáló bemenete virtuális földpont, a kimeneten az integrátor áramával egyenesen arányos feszültség, azaz a bemeneti négyzögjel differenciált jele fog megjelenni. Az 5. ábrán látható oszcilloszkóp-ábrán az egyes csatornán (CH1) az IC1c bemenetén látható négyzögjel, a kettes csatornán (CH2) pedig a TP2 jele látható, azaz a CH1 invertáltja jut az integrátor bemenetére. Ez a magyarázata a 6. ábrán bemutatott jelek fázisviszonyainak is. Tehát a CH1 négyzögjele invertálva jut az integrátor bemenetére, majd az invertáló alapkapcsolásban működő I-U konverter az integrátor áramát ismét invertálja.



3. ábra