

# Pontosabb hálózati szinkronóra + ráadás

Pálinkás Tibor gépészmérnök, [tpalinkas@radiovilag.hu](mailto:tpalinkas@radiovilag.hu)  
König Imre villamosmérnök, [im\\_re@freemail.hu](mailto:im_re@freemail.hu)

Néhány évtizede a hálózati frekvencia még erősen ingadozott, pontosabban: a villamos hálózat növekvő terhelése következtében kisebb-nagyobb mértékben csökkent. Akkoriban egy hálózati szinkronóra – tehát olyan, szinkronmotoros meghajtású óraszerkezet, amelynek a járása szorosan kötődött a hálózati frekvenciához – késése akár a tíz percet is meghaladta naponta! Ezért a profik is, a hobbisták is „pontosító” elektronikát gyártottak, ill. készítettek hozzá.

Ezek a kiegészítő áramkörök végző soron speciális tápegységek, amelyek 220 V körüli, többé-kevésbé szinuszos feszültséget állítottak elő, kvarcoszcillátor jeléből származtatott 50 Hz-es frekvenciával. Rövidebben: a hálózati szinkronórát kvarcórává változtatták! Egy ilyen elektronika részletes leírását tettük közzé pl. az [1]-ben. Abban még 100 kHz-es kvarckristály adta az alapütemezést, a kvarcot LSTTL kapuk rezgették be, a frekvenciát LSTTL osztólánc osztotta le 50 Hz-es szimmetrikus négyszögjellé. A „közel szinuszosá simítást” RC-hálózat és hangolt transzformátor végezte. Utóbbin állt elő a szinkronmotor működtetéséhez szükséges mérvű feszültség is. A trafót egy analóg, OPA/komplementer tranzisztoros HF-erősítő hajtotta meg.

Azóta eltelt 25 év, mára a hálózati frekvencia is sokkal stabi-

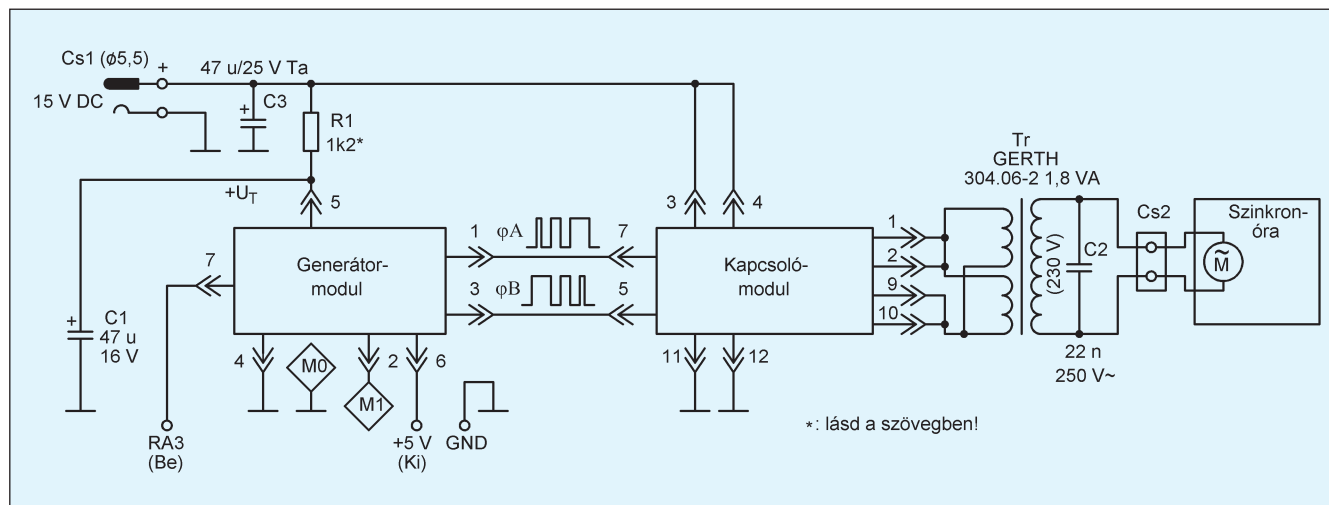
labb, de egy szinkronóra járás-pontosága így sem elégtené ki a mai követelményeket, ki is ment a divatból. Am jelen sorok szerzői szert tettek egy valaha volt igencsak demonstratív mechanikai digitális szinkronóra, egy ún. „lapozós” példányra. (Történetesen egy lomtanítás-kor talált villanysütőből emelték ki.) Elhatározták hát, hogy a szellemes szerkezetet újra életre keltik, egy modernbb pontosító áramkör segítségével. Ma már 1 MHz-nél kisebb frekvenciájú kristályt nagyon nehéz szerezni (talán két kivétel akad: a 32 768 Hz-es órakvarc és a 77,5 kHz-es DCF-szűrőkvarc kereskedelmi áru), ezért megahertz nagyságrendű kristályfrekvenciából indulunk ki, így logikus, hogy az 50 Hz-es *szinuszos* jelet DDS módszerrel állítjuk elő. Minden ezzel kapcsolatos feladatot egy

mikrokontrollerre bízunk, ahogy azt manapság illik. Az áramkör kimenete marad transzformátoros, aminek primerét a „D”-osztályú HF-erősítők módszerével hajtjuk meg, egyszerű tranzisztoros kapcsolófokozatokkal. A pontosító áramkört egy kereskedelmi kapcsolóüzemű dugasztápról üzemeltetjük.

A most tárgyalt áramkör az óra ébresztő funkcióját nem támogatja. Arra valamilyen egyszerű, akár kereskedelemben kapható dallamgenerátort építhetünk be mellé, amit az óraszerkezet mikrokapcsolói vezérelhetnek.

## Működés

A korábbi konstrukciókban 50 Hz-es szimmetrikus négyszögjelet állítottak elő, amit többé-kevésbé bonyolult, kritikus elemér-



1. ábra

tékű passzív szűrőhálózattal „szinuszosítottak”, majd analóg módon erősítettek, és a felerősített jellel egy transzformátort hajtottak meg. Nem egyszer a trafót is 50 Hz-re kihangolták a szekunderével párhuzamosan kapcsolt kondenzátorral. Utóbbit tesz-szük mi is.

Az új koncepcióban eleve két kimeneten megjelenő, egymáshoz képest ellenfázisú PWM közelítésű szinuszjelet állítunk elő. Ezeket egy-egy egyszerű felépítésű, komplementer kimenetű kapcsolófokozat erősíti fel. Az 50 Hz-nél nagyságrendekkel nagyobb frekvenciájú ellenfázisú kapcsolójellel közvetlenül hajtjuk meg a transzformátor törpefeszültségű tekercsét. A meghajtott áramkör tehát majdnem olyan, mint egy hídkapcsolású „D”-osztályú erősítő, de az ott megszokott LC aluláteresztő tagokat kispórolhattuk belőle.

#### Áttekintő kapcsolási tömbvázlat

Az áramkör komplett kapcsolási rajza az 1. ábrán szerepel. Modulrendszerű, hiszen mind az 50 Hz-es – ill. mint látni fogjuk, más frekvenciákra is átkapcsolható – generátor, mind az egyszerű felépítésű „H”-híd (kapcsoló) más alkalmazásokban is megállhatja a helyét. A két modult kis dugaszolható panelekre építettük fel, a rajtuk levő tűkesor az alappanel hüvelysoraiba illeszkedik. Az alappanelon található még a Cs1 15 V-os tápcsatlakozó és az órator motor csatlakoztatására szolgáló kételemű nyák sorkapocs (Cs2). A „D”-osztályú erősítőkre jellemző, a híderősítők esetén 2 db aluláteresztő LC tagot hiába keressük a kapcsolófokozat kimenetein. A kísérletek során bizonyosodott, hogy a trafóvas vesztesége 24 kHz-en nem nagyobb, mint az LC-tagoké, a hangolt szekunder szinte tökéletesen sima, bár kissé torzított szinuszjelet produkál a terhelt kimeneten (2. ábra). Ez a szinkronmotor működését nem befolyásolja károsan.

Transzformátorként a HAM-bazárban beszerzett GERTH 230/

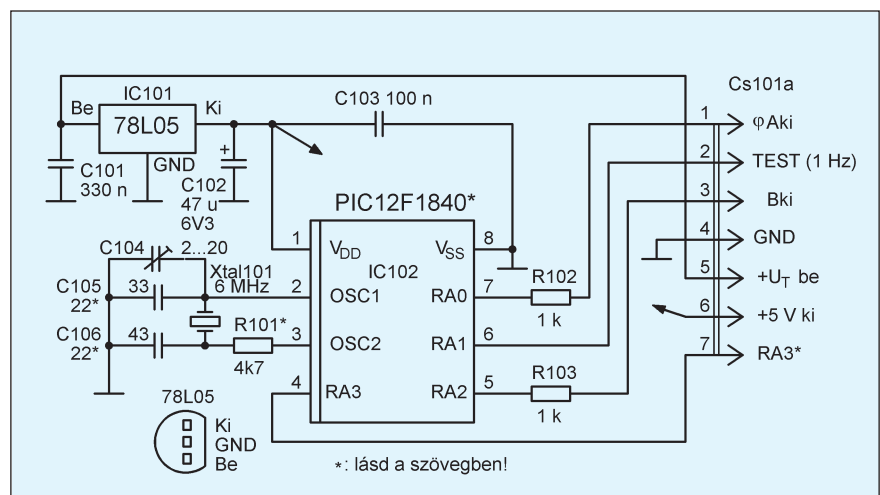
2×3 V-os, 1,8 VA-es kis nyáktrafót használjuk, természetesen fordított bekötéssel: a párhuzamosan kapcsolt 3 V-os tekercsüket gerjesztjük a kapcsolófokozattal, a 230 V-os tekercs táplálja a szinkronmotort.

A kapcsolórendszer hatásfoka itt ugyan nagyjából azonos egy analóg rendszerével, de elmaradnak a hangolt szűrőkörök, ezzel is egyszerűsítve megépítést.

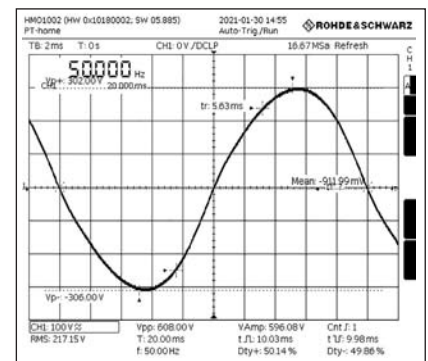
#### Generátormodul

A generátormodul áramköri felépítését a 3. ábra mutatja. Az alapja a DDS-programmal felvezetett IC102 mikrokontroller, amelynek 6 MHz-es órajelét természetesen külső kristállyal és a hozzá tartozó RC hálózattal (mely elemek a belső elektronikával Pierce-oszcillátort képeznek) állítjuk elő. A két, ellenütemű PWM-kimenet az RA0 és az RA2. Ezeket 1-1 db 1 kohmos ellenállás közbeiktatásával vezetjük ki. Az R102-re és az R103-ra tulajdonképpen nem volna szükség, de a vezérelt kapcsolómodul meghibásodása esetén megvédik a kontrollert. Az RA1-re az 1 Hz-es referenciajelet vezetjük ki.

A +5 V-os tápfeszültséget az IC101 állítja elő, amit a 6. csatlakozólábra is kivezetünk, bár ezt az opciót az óránkban nem használjuk ki. A stabilizátor bemenete a külső R1, C1 előszűrő közbeiktatásával csatlakozik a +15 V-os tápra.



3. ábra



2. ábra

#### Kapcsolómodul

A kapcsolómodul (4. ábra) a HAM-bazárban beszerezhető olcsó tranzisztorokból épül fel. Normál, komplementer „H”-híd, amelyben mindkét bemenet nyugalmi szintjén az összes tranzisztor zárt, az Aki, Bki kimeneti pontok „lebegnek”. Üzem közben, ha a T201-re logikai H szint kerül, akkor az emitterkövető jellegű fokozat emitterárama telítésbe vezérli a T205 npn, a kollektorárama a T202 pnp tranzisztor, mikor is az Aki +15 V közelébe, a Bki GND közelébe kerül. Ha a T206-ot vezérli ki a mikrokontroller, akkor a T203 és a T204 kerül telítésbe, a kimeneti polaritás pedig az előző állapot ellenkezőjére vált. Végző soron terheletlen kimenetek között közel a tápfeszültség kétszeresének megfelelő PWM négy-szögjel-sorozat mérhető.

Sajnos, a bipoláris tranzisztoroknak a munkaponti árammal