

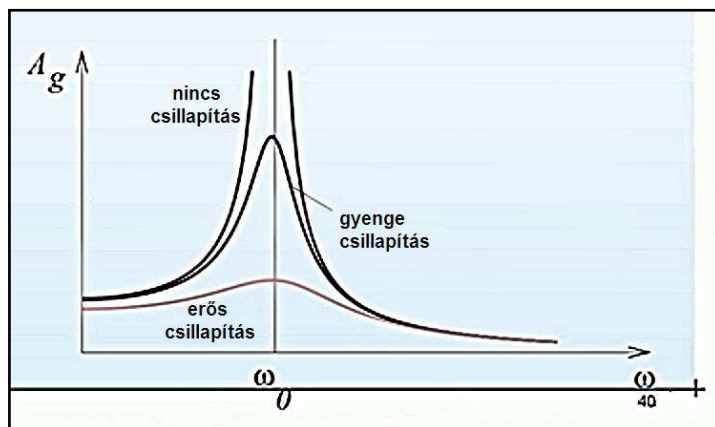
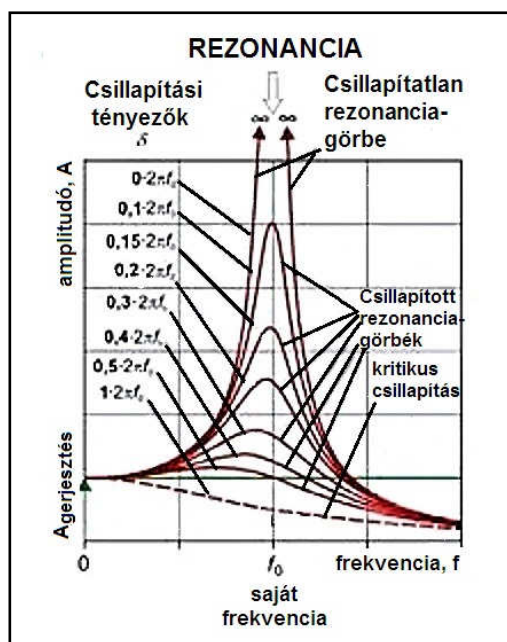
KUN ÁKOS

REZONANCIAFREKVENCIÁS GERJESZTÉS

Mottó:

**Sokat kell tanulnia az embernek ahhoz,
hogy megtudhassa, milyen keveset tud.**

Széchenyi István



Frissítés: 2023. február 05.

Műszaki leírás

A fizikában jól ismert jelenség a rezonanciafrekvenciás gerjesztés. A lexikonok és a tankönyvek szerint a rezonancia olyan kényszerrezgés, amelynél a külső kényszererő frekvenciája megegyezik a rezgőrendszer sajátfrekvenciájával. Ilyenkor igen nagy amplitúdók fordulnak elő. A rezonanciagörbe maximumhelye megegyezik a sajátfrekvenciával. Minden fizikai testnek van sajátfrekvenciája, ezáltal kívülről rezonanciába hozható. Rezonanciát minden rezgésre képes fizikai jelenséggel (pl. mozgás, hang, fény, elektromágneses hullám) elő lehet idézni. Ennek legismertebb és leglátványosabb módja a hanghullámokkal történő rezgetés. Sajátfrekvenciájával rezgetve néhány perc alatt egy toronyházat is romba lehet dönteni.

A rezonancia előidézésének leghatékonyabb módja a mágneses gerjesztés. Ennek módját azonban mi még nem ismerjük, mert a fizikusok tagadják az éter létezését, ezért nem igyekeznek az éterionok ilyen irányú tevékenységét a gyakorlat szolgálatába állítani. Ezt a fizikai jelenséget csak a tudomány peremén tevékenykedő szakemberek, feltalálók alkalmazzák, igen kis hatásokkal. Csekély eredményeik oka, hogy a hivatásos tudósok kuruzslónak, sarlatánnak, szélhámosnak minősítették őket. Ennélfogva sehonnan sem kapnak anyagi támogatást a munkájukhoz.

Rezonanciát az elektrotechnikában ismert módon elektronokkal is elő lehet idézni. Az oszcillátorok használata százéves múltra tekint vissza, a rádiózással egyidős. A híradástechnikai készülékek mindegyike tartalmaz rezonanciafrekvenciára hangolt soros vagy párhuzamos LC, RC és RLC áramköröket. Itt azonban megállt az elektronok fémes vezetőkben történő alkalmazása. Az elektromosság 200 éves használata során senkinek sem jutott eszébe, hogy fémes vezetőket (pl. izzószál, fűtőspirál) rezonanciafrekvencián tápláljon. Ha ezt megtették volna, hamar rájöttek volna, hogy legalább egy nagyságrenddel kevesebb energia kell a kívánt fény- vagy hőhatás eléréséhez. Ezáltal tízedannyi elektromos áramot szolgáltató erőműre, tápegységre lett volna szükség, ami főleg környezetvédelmi szempontból lett volna kívánatos, de a fogyasztók pénztárcájára is előnyös hatást gyakorolt volna. Ez az áldatlan helyzet nagymértékben hozzájárult a globális felmelegedés kialakulásához, a klímaösszeomlás veszélyéhez, a csillagokba emelkedett energiaárakhoz, és az ebből eredő inflációhoz.

A mulasztásunkból eredő kínládásainkat a földönkívüli civilizációk is részvétellel figyelik, de nem avatkoznak be a fejlődésünkbe. A kozmikus embertípussá vált társadalmak intergalaktikus egyezménye szigorúan tiltja kész eredmények, megoldások fejletlenebb világoknak való átadását. Amelyik faj megsérti ezt a szabályt, az teljes kiirtással bünhődik. Ez a büntetés megfellebbezhetetlen és elkerülhetetlen. A célozgatás azonban nem áll távol tőlük. Ez egy esetben nálunk is megtörtént.

Pár éve egy UFO-elrablás során egy szegedi férfit vittek magukkal a földönkívüliek. Idegen technológiáról, összefüggésekről beszéltek. Úgy tűnt neki, hogy valamiféle összefüggés van a különböző szakterületeken alkalmazott technológiák között. Valószínűleg közös a működési mechanizmusuk, vagy egy olyan fizikai jelenség teszi lehetővé a működésüket, amit mi nem ismerünk. Ezt az elvet sajnos nem árulták el. Csak annyit mondtak, hogy: „Egy rendkívül kézenfekvő eljárásról van szó, ami annyira egyszerű, hogy sohasem fogtok rájönni.” Ez nem túl biztató ránk nézve. Tudósaink nem foglalkoznak az egyszerű dolgokkal. Ami egyszerű és könnyen érthető, az nem elég tudományos. Ha tudományos értekezéseiket nem tudják integrált- és differenciálegyenletekkel telezsúfolni, akkor méltóságukon alulinak tartják, hogy foglalkozzanak vele. Emiatt egyelőre csak találgatunk, hogy mi lehet az a kézenfekvő eljárás. Könnyen lehet, hogy a rezonanciafrekvencián történő elektromos és mágneses gerjesztés.

Kezdetben próbáljuk meg az elektronokkal történő rezonanciafrekvenciás gerjesztés működőképességét bizonyítani. Ennek lehetőségére a véletlen vezetett rá. Jelenlegi lakhelyem egy közel száz-

éves ház, egy komfort nélküli szoba-konyhás szükséglakás, amelyben a szerelvények is meglehetősen rossz állapotban vannak. Emiatt gyakori a csőtörés, és folyton javítani kell valamit az épületen. Az elektromos hálózat is elavult. A villanylámpák kapcsolói is legalább 50 évesek. Emiatt a réz-érintkezőik eloxálódtak. Hol érintkeznek, hol nem. A 230 voltos hálózati feszültség megpróbál átörni ezen a szigetelőrétegen, melynek következtében a kapcsoló jól hallhatóan perceg. Néhány másodperc után a viszonylag nagy feszültség átégeti az oxidréteget, és a lámpa kigyullad, megszűnik a kontakthiba.

Körülbelül 10 évvel ezelőtt furcsa dolog történt. Este felkapcsoltam szobám mennyezeti lámpáját, mire óriási csattanás történt. A lakásban levő mindhárom zárlatvédő kismegszakító lekapcsolt, sőt a folyosón levő villanyóra főkapcsolója is lecsapódott. A kiégett villanykörte üvegburkolatába pedig vastag koromréteg rakódott le. Villamosmérnök létemre felettébb furcsálltam ezt a jelenséget. Azt már az iskolai tanulmányai során is tudtam, hogy a villanykörtek izzószála egy idő után elhasználdik, és kb. 1000 óra után kiégnek. Ennek során a wolframspirál elszakad, és az üvegbúra kissé be-kormozódik. 60 éves szakmai gyakorlatom során én is többször találkoztam ezzel a jelenséggel. Nem egy tönkrement villanykörtét cseréltem már emiatt. A szakemberek ezt a jelenséget azzal magyarázzák, hogy használat során az izzószál ellenállása folyamatosan csökken. Emiatt egy idő után oly nagy áram folyik át rajta, ami elégeti az izzószálat. A kettészakadt izzószál cafatokban lóg az elektródákon.¹

Most azonban egy új villanykörte ment tönkre meglehetősen furcsa módon. Ez esetben az izzószálnak nyoma sem volt. Akkora áram haladt át rajta, hogy elgőzölődött, és fekete réteggént rakódott a bura belső felületére. Ez a jelenség keltette fel a gyanúmat, hogy itt valamilyen módon többletenergia keletkezett. Ez az energia olyan nagy volt, hogy visszatáplálódott a hálózatba. Ez csapta le az épület összes túláramvédő kismegszakítóját. Sokáig gondolkodtam azon, hogy mi váltotta ki ezt a jelenséget. Egy idő után rájöttem, hogy ez nem lehet más, mint a rezonancia. A kontakthibás villanykapcsolóban a hálózati feszültség olyan ütemben próbálta átütni az érintkezők oxidrétegét, ami megegyezett a wolframszál saját frekvenciájával. Ezáltal az izzószálban rezonancia jött létre, ami oly mennyiségű szabadelektront hozott létre, amit a wolframszál nem tudott elviselni. Úgy viselkedett, mintha több ezer volt feszültséget kapcsolak volna rá. Robbanásszerűen elgőzölgött. Sajátfrekvencián már kis energiával is elő lehet idézni rezonanciát. Ez esetben izzásba lehet hozni a villanykörte wolfram spirálját, vagy a különféle forraló, melegítő készülékek fűtőbetétjét.

Rezonancia esetén a többletenergia az által jön létre, hogy a rezgésbe hozott atomok lerázzák a külső elektronhéjukról az elektronokat. Ily módon kb. egy nagyságrenddel megnő a szabadelektronok száma. Ez az ingyenenergia kicsatolható a rendszerből, ami tizedére csökkenti a villanyszámlát. Ötletemet azonban nem tudtam kipróbálni, mert nem volt pénzem műszerekre, alkatrészekre. A fél nyugdíjamból erre nem tellett.² Megpróbáltam támogatást szerezni milliomos magánszemélyektől, bankoktól, intézményektől, nagyvállalatoktól, de válaszra sem méltattak. Ezt követően a politikusokhoz fordultam. A minisztériumok vezetői azonban engem is kuruzslónak, sarlatánnak neveztek, és közölték velem, hogy szélhámosokat nem támogatnak. Főleg nem az adófizetők pénzéből.³

¹ Mellékesen megjegyezve könnyen védekezhetünk a villámcsapás okozta károktól. Manapság nem divat a használaton kívüli elektromos készülékeket áramtalanítani. Ha elmegyünk hazulról, minden készülék készenléti állapotban marad. Ennélfogva, ha belecsap a villám a villanyóránkba vagy a közeli nagyfeszültségű transzformátorba, akkor az összes készülékünk tönkremegy, kiég a bekapcsolva maradt tápegysége, majd az összes áramköre. Aztán vagy kifizeti a biztosító, a milliós kárunkat, vagy nem. A sokszor több tízezer voltos túlfeszültség ellen azonban könnyen védekezhetünk. Ehhez semmi másra nincs szükség, mint egy pár száz forintért beszerezhető 20 amperes és 250 voltos varisztorra. A két lábát forrasszuk a villanyóra alatti kismegszakító kimeneti kábelére. Ha villámcsapás éri a házunkat, akkor ez a kerek kerámiakondenzátor méretű alkatrész vezetővé válik, és az így keletkező zárlati áram lecsapja a kismegszakítót. Így a túlfeszültség ne jut be a lakásunkba. Ezt követően a varisztor nem megy tönkre. Tovább teszi a dolgát. (Elektronikus alkatrészeket forgalmazó szaküzletekben szerezhető be.)

² 30 éve írom a könyveimet, napi 14 órás munkaidőben, hét közben, hátvégén egyhuzamban, pihenés nélkül. Emellett nem tudtam elhelyezkedni, munkát vállalni. Mivel könyvírásra sehol a világon nem adnak nyugdíjat, így fele annyi nyugdíjam van, mint amennyi lenne, ha a teljes szolgálati időmben alkalmazottként dolgoztam volna.

³ Akit érdekel, ezirányú közel félévszázados levelezésem megtalálhatja könyvtáram **Biztonságtechnikai termékcsalád-Prospektusok** mappájában és az **Ezoterikus Világ** című könyvem **Levelezési rovatában**. Cím: **Kun Elektronikus Könyvtár**. Webcím: <https://kunlibrary.net>

Mostanra azonban csekély (400 dollárnyi) havi nyugdíjamból sikerült összepórolnom annyit, hogy meg tudtam vásárolni egy olcsó szignálgenerátort⁴. 40 évvel ezelőtti praxisomból maradt egy orosz gyártmányú olcsó multiméterem. Sok mindenre nem alkalmas, de áramot és feszültséget lehet vele mérni. A forrasztópákám is működött még. Már csak egy 100 Wattos izzólámpára volt szükség, ami volt otthon.

Ennek a kísérletnek az elvégzéséhez elengedhetetlen a szignálgenerátor, vagy más néven funkciógenerátor. Szignálgenerátor sokféle kapható. A többségük azonban meglehetősen drága, vagy a szolgáltatása nem elegendő. Létezik azonban egy kivétel, a sokoldalú fejlesztéseiről ismert német cég, a JOY-it szignálgenerátora. Ez a készülék olcsó, és árához képest sokat tud. Érdemes megrendelni, mert későbbi fejlesztéseinkhez is jól fog jönni.⁵ A funkciógenerátorok használatában járatlannak számára azonban gondot okoz, hogy nincs hozzá használati utasítás.⁶ A kétoldalas prospektusban csupán a kezelőgombok nevét tüntették fel. Ezért mielőtt elkezdenénk a kísérletezést, olvassuk el az alábbi tájékoztatót:

Miután kicsomagoltuk a készüléket, dugjuk a hálózati adapter dugóját a készülék hátulján található DC 5 V jelzésű hüvelybe. A másik végét nyomjuk a konnektorba, majd a kék színű Power gombbal kapcsoljuk be a készüléket. A színes TFT kijelzőn jól kivehető módon megjelennek a két csatorna paraméterei. (A kijelzőn átlátszó fólia van, ami védi a karcolódástól. Ezt a műanyag fóliát a piros sarkánál fogva le lehet húzni. Ezt azonban most nem érdemes megtenni. Ameddig lehet, tartjuk rajta. Csak akkor húzzuk le, ha a karcolódásoktól, párásodástól homályossá vált.) A készülék hátulján található egy USB-B csatlakozó. Ezen keresztül a mellékelt kábellel a számítógéphez lehet csatlakozni. Hogy mi célból, az nem derül ki, mert a Windows közölte, hogy nem talál hozzá illesztőprogramot. Erre írtam a gyártó cégnek, hogy küldjék el az illesztőprogramot. Szokás szerint ők sem válaszoltak a levelemre. A készülék valószínűleg különböző beállítási paramétereket küld a számítógépre, melyek olyan bonyolultak, hogy csak a készülék fejlesztői tudnak benne eligazodni. Jobb híján bízunk benne, hogy az optimális értékeket állították be nekünk.

Sajnos a beállított jelalakot nem mutatja a készülék. Amit a kijelzőn látunk, az csak szimbólum. Azt mutatja, hogy milyen jelet szolgáltat (szinusz, négyszög, háromszög, stb.) A beállított jel változását csak oszcilloszkóppal vizsgálhatjuk meg. Ehhez a gyártó mellékelt egy rövid kábelt, a két végén BNC dugókkal. Az egyik végét csatlakoztassuk a szignálgenerátor kimenetére, a másik végét pedig az oszcilloszkóp bemenetére. Nem árt még tudni, hogy a kimenetek maximális terhelhetősége 150 mA. Kimenő ellenállása: 50 Ω . Ez azt jelenti, hogy ez a készülék önmagában ipari felhasználásra nem alkalmas. Nagy teljesítményű fűtőbetétek izzításához utána kell kötni egy erősítőt, ami több amper áramerősséget is képes biztosítani.

A frekvenciaszámláló bemenet külső készülékek által előállított jelek mérésére képes. Méréstartomány 0–100 MHz. Bemenő ellenállása: 1 M Ω . A rákapcsolható maximális feszültség: 20 V. Ezért ne mérjük meg vele a hálózati feszültség frekvenciájának pontos értékét, mert tönkremegy a műszer. A mérőkábel **Ext. In** bemenetre csatlakoztatása után ez a funkció nem használható azonnal. Nyomjuk meg a **Meas** (Measure mode) gombot. A **Func** gombbal állítsuk át a **Function** utasítást **Counter**-re. Lejebb haladva azt látjuk, hogy a vezérlés ki van kapcsolva (OFF). A nyíl billentyű megnyomásával állítsuk át a Control utasítást **ON**-ra. Nyomjuk meg az **OK** gombot. Most már kezdhetjük a mérést. Miután befejeztük, állítsuk vissza a **Function** utasítást **Measure**-re. (Ezt a nyíl alakú kurzorgombokkal tehetjük meg.) A **Control** utasítást pedig állítsuk **OFF**-ra. Mivel mi most nem erre akarjuk használni a funkciógenerátort, hanem nagyfrekvenciás jelek generálására, ezért ne nyúljunk a gyári beállításokhoz. Ennek érdekében állítsuk be a kimeneteket.

A kijelző fő menüjén egymás alatt láthatók a két kimenet paraméterei. Ezeket a CH1 és CH2 nyomógombokkal lehet aktiválni. Mivel nekünk csak egy csatornára van szükségünk, nyomjuk meg a **CH2** gombot kétszer. Erre megjelenik a kijelzőn a piros **OFF** felirat. Utána nyomjuk meg a **CH1**

⁴ funkciógenerátor, függvénygenerátor, frekvenciagenerátor

⁵ Gyártó cég honlapja ezen a címen található: www.joy-it.net E-mail címük: [support.joy-it.net](mailto:mailto:support.joy-it.net) Telefonszámuk: +49 (0)2845 98469 Nálunk a készülék legolcsóbban Az iPhone Computer Kft-től rendelhető meg. Ára: 54 300 Ft.

⁶ A részletes műszaki leírás az Internetről tölthető le. Webcím: <https://joy-it.net/en/products/JT-JDS6600>

gombot. Erre a CH1 szektorban a kék **ON** felirat jelenik meg. Ezt követően szabályozhatjuk a Frekvencia, az Amplitúdó (kimenő feszültség), az Offset, a Duty és a Fázis értékét (CH1 és CH2 közötti fáziskülönbség). Ahhoz hogy a beállításokat akadálytalanul végezhessük, aktiváljuk a CH1 kimenetet. Nyomjuk hosszasan a **CH1** gombot, amíg sípolást hallunk.

A **SYS** (System Setup) gomb megnyomásával a jelgenerátor működési módját állíthatjuk be. Ha nem értük hozzá, hagyjuk meg a gyári beállításokat. A **Mod** (Modulation Mode) gomb megnyomásával az általunk beállított paramétereket látjuk, kilistázva. Ehhez se nyúlunk. A paramétereket ne itt állítsuk be. A **Meas** (Measure Mode) gomb megnyomásával megjelenő paramétereket sem célszerű megváltoztatni. Nekünk csupán a főmenüre van szükségünk.

Először válaszuk ki a használni kívánt jelalakot. Nyomjuk meg a kijelző jobb szélén található **FREQ** jelű funkciógombot. Erre a kijelző jobb oldalán megjelennek a különféle jelalakok. Nem a funkciógombok nyomkodásával kell köztük válogatni, mert jóval több van köztük, mint amit a kijelzőn látunk. A forgató gombot használjuk erre a célra. Ezzel a Szinus, Négyszög, Impulzus⁷, Háromszög, Részleges szinus, CMOS (pozitív tartományba tolt négyszöghullám), DC (egyenfeszültség, amely Offset üzemmódban pozitív és negatív tartományba is eltolható 10 V-ig, Fél szinus, Kétutasan egyenirányított szinuszhullám, Rámpa (lépcsőhullám felfelé), Rámpa (lépcsőhullám lefelé), Noise⁸ (zaj), Exponenciális görbe-felfelé, Exponenciális görbe-lefelé, Multi-Tone (hangutánzó hullám), Sinc (ugrásszerű amplitúdókkal rendelkező szinuszhullám)⁹, Lorenz hullám, Arbitrary 01-15 Tetszőleges hullámok).¹⁰

A prospektus azt írja, hogy szinuszhullám esetén a kimenőjel maximális frekvenciája 60 MHz. Ezzel szemben itt sem lehet 15 MHz fölé emelni a frekvenciát. (Ez az olcsóbb **Lite** változatnál van így.) Ez azonban nekünk nem okoz gondot, mert a fűtőszálak rezonanciatartománya valószínűleg kHz-es tartományban van. A hullámforma beállítása után állítsuk be a frekvenciáját. Szerencsére nem kell órákig tekergetni a forgató gombot, míg nullától eljutunk 15 MHz-ig. A CH1 gomb hosszas megnyomását követő sípjel után kijelölődnek a tartományjelölő számok. (Egy piros téglalap kerül alájuk.) A jobbra és balra mutató nyíl billentyűk segítségével mikrohartztól megahertzig gyorsan beállíthatjuk a pontos frekvenciaértéket.

Az első karakter a mikrohartzet, a mások a millihertzet jelenti. A tizedes pont után három karakterrel a hertzes tartományt, a következő három karakterrel a kilohertzes tartományt, az utolsó két karakterrel pedig a megahertzes tartományt állíthatjuk be. Ennek módja nagyon egyszerű. A forgató gomb jobbra tekerésével növeljük a számértéket 0-tól 9-ig. Visszafelé tekerve csökken a számérték. Ily módon századhertzes pontossággal beállítható minden frekvenciaérték. Nekünk azonban előbb meg kell találni a fűtőspirál saját frekvencia értékét, ezért pásztáznunk kell a frekvenciatartományokat. Először a hertzes, majd a kilohertzes tartományokat kell végigpásztázni lassan, mert ahhoz hogy az izzás kialakuljon kell egy kis idő.

Az izzításhoz feszültség is kell. Remélhetőleg minél kevesebb, mert ha sok kell hozzá, akkor nagy lesz az áramfogyasztás is. Nyomjuk meg az **Ampl** gombot, és fokozatosan kezdjük el emelni a feszültséget a fentiekben leírt módon. Túl nagy ugrásokat ne végezzünk, mert ha beindul a rezonancia, elég a fűtőspirál. Az **OFFS** (Offset gombbal ne foglalkozzunk, mert nem akarunk egyenfeszültséget hozzáadni a jelalakhoz. Hagyjuk meg a gyárilag beállított 0,00V értéket. A **Duty** értékét is hagyjuk meg a gyárilag beállított 50.0%-os értéken. Ebben az üzemmódban a jelalak kitöltési tényezőjét tudjuk változtatni. 50.0%-os értéken egy perióduson belül 50% lesz a jel, és 50% a szünet. A duty értékének növelésével egyre szélesebb lesz a jelalak, és egyre keskenyebb az utána következő szünet. Csökkentése esetén a jelgenerátor átmegy impulzus üzemmódba. A mi esetünkben ez

⁷ Egy tüskeszerű négyszögjel, majd szünet a következő impulzusig. A kitöltési tényezővel (duty) azonban változtatható az impulzus szélessége. 90%-os kitöltés esetén már a szünet válik tüskévé. Ezt impulzusszélesség-modulációnak nevezik.

⁸ Lehet, hogy éterzaj, aminek a Tesla-konverter rekonstruálásánál hasznát vehetjük.

⁹ Kardinális szinusznak is nevezik. Aluláteresztő szűrőkben használják.

¹⁰ A drágább készülékeken ezeken az üres helyeken különleges hullámformák vannak. Van olyan típus is, ahol mi magunk 150 különleges hullámformát hozhatunk létre. Ezek közül bennünket csak a szoliton hullám érdekel. Kérdéses, hogy ezt a hullámformát létre lehet-e velük hozni.

nem a legjobb üzemmód, mert a hosszú szünetidő alatt az elektronok rekombinálnának a fémes vezetőkben, ami csökkenti a gerjesztés hatásfokát.

Na, akkor kezdjük el a kísérletezést. Laboratórium hiányában a konyhaasztalon állítottam össze az áramkört. Először csatlakoztassuk az egyik mérőkábelt a **CH1** kimenetre. Mivel a funkciógenerátor bekapcsolás után 10 kHz-es frekvenciára és 5 V-os amplitúdóra áll be, a **Freq** és az **AMP** gombokkal, valamint a nyíl alakú **lavírozó** gombokkal és a **szabályzó** gombbal állítsuk őket **0** értékre. A vizsgálatot különféle wolframszálas izzólámpák gerjesztésével kezdtem. Egytucatnyi lámpát raktam ki az asztalra, a 2,5 V-os zseblámpaizzótól kezdve a 230 V-os 100 W-os lámpáig bezárólag. Egyiket sem tudtam még felvillantani sem. A jelalakok közül még a DC feszültség üzemmód sem volt képes kigyújtani őket. Így kezdeti lelkesedésem hamar lelohadt. Első nekifutásra csúfos kudarcot vallottam.

A hiba okának felderítése érdekében elkezdtem mérni a feszültséget, az áramot és az ellenállást. Hamar kiderült, hogy az lett volna a csoda, ha bármelyik lámpa kigyullad. Az izzólámpák elektródáin ugyanis nulla feszültséget, és nulla áramot mértem. Erre megmértem az izzószálak ellenállást. Az egyik zseblámpaizzó ellenállása $1\ \Omega$, a másiké $2\ \Omega$ volt. Na, itt a baj. Ennek a szignálgenerátornak a kimeneti ellenállása $50\ \Omega$. az 1 , illetve $2\ \Omega$ ellenállás rákacsolása annyira lesöntölte, hogy zárlatba hozta. A generátor csak azért nem ment tönkre, mert fejlesztői ellátták kimeneti zárlatvédelemmel. Egy zárlatos tápcsatlakozó nem tud kiadni sem feszültséget, sem áramot. A $60\ \text{W}$ -os izzólámpánál már megszűnt a zárlat, mert ennek belső ellenállása $60\ \Omega$ volt. A generátor által szolgáltatott $20\ \text{V}$ -os amplitúdó azonban nem tudta felvillantani. A szinuszhullám pozitív és negatív tartományban $10\ \text{V}$ -os feszültsége ehhez kevés volt. A generátor $150\ \text{mA}$ -es terhelhetősége sem volt elegendő a $230\ \text{V}$ -os izzólámpa működésbe hozásához.

Egyértelmű volt, hogy erősítőt kell használni. Ez egy kiváló szignálgenerátor, de csak vezérlésre képes, munkára fogásra nem. Én ugyan gyerekkoromban rengeteg tranzisztoros rádiót és erősítőt barkácsoltam, de ezek mind hangfrekvenciásak voltak. Az A, a B és AB osztályú erősítőket főleg zeneszámok erősítésére használják. Frekvenciatartományuk $20\ \text{Hz}$ és $20\ \text{kHz}$ között van. Ide viszont jelalakerosztó kell $1\ \text{Hz}$ -től legalább $1\ \text{MHz}$ -ig. Körülnéztem az Interneten, és nem találtam elfogadható paraméterű erősítőket. Végül rábukkantam az amerikai ACCEL Instruments TS250 típusú erősítőjére. A Waveform Amplifier for Function Generator $65\ \text{V}$ feszültséget állít elő, $6.5\ \text{A}$ áramerősséggel. Kimenő ellenállása pedig $1\ \Omega$. Na, erre van szükségem – gondoltam magamban. Lelkesedésemet azonban lehűtötte az erősítő ára. 2150 dollárt, átszámítva $774\ 000$ forintot kértek érte. (Mivel Európai Unión kívüli ország gyártja, erre rájön még 20% vám.) Ennyi pénzem nekem sosem volt. Kilátástalan anyagi helyzetemet látva megfordult a fejemben, hogy feladom az egészet.

A jelek azonban arra biztattak, hogy ne hagyjam abba a fejlesztést, mert az elektronáramlás által kiváltott rezonancia létezik. Méricskéléseim közben többször átpörgettem a generátor frekvenciatartományát $0,01\ \text{Hz}$ -től $15\ \text{MHz}$ -ig. $0,01\ \text{Hz}$ és $10\ \text{Hz}$ között érdekes volt az analóg műszerem mutatójának ide-oda billegése. Aztán $3\ \text{kHz}$ -nél valami furcsa dolgot tapasztaltam. A generátor $20\ \text{V}$ -os amplitúdó értéke mellett a mutató hirtelen kicsapódott. Nem tudom hány V -ot mutatott, mert $1200\ \text{V}$ méréshatárban is kivágódott. Ez a jelenség valószínűleg azért lépett fel, mert ennek az Deprez mérőműszernek $3\ \text{kHz}$ a rezonanciafrekvenciája. A lengőtekerce csak azért nem égett le, mert ehhez kevés volt a generátor $150\ \text{mA}$ -es kimenőárama.

Gyászos anyagi helyzetem folytán kényszerhelyzetbe kerültem. Megint kiderült, hogy csak magamra számíthatok. Nekem kell kifejlesztenem ezt az erősítőt, nincs más választásom. Ennek előnye, hogy paramétereit én határozhatom meg, és saját kezű otthoni előállítása századannyiba fog kerülni, mint amennyit az amerikaiak kérnek érte. Ha nem felel meg a célnak, nem kell könyörögnöm senkinek, hogy változtasson rajta. Közététele sem okoz gondot, mert saját tulajdonával mindenki azt csinál, amit akar. Utoljára 1970 -ben foglalkoztam erősítők és tápegységek fejlesztésével. Közülük néhány a Rádiótechnika folyóiratban is megjelent. Ezeket átnézve próbáltam felfrissíteni korábbi ismereteimet, de már az elején látszott, hogy ide más típusú erősítő kell. Előerősítőre nincs szükség, mert ezt a szerepet ellátja a szignálgenerátor kimenete. Ide nagyfeszültségű és nagy áramú tranzisz-

torok kellene. Felmerült az ötlet, hogy sokkal egyszerűbben megépíthető triacos erősítőt kellene építeni, de a tirisztor és annak váltakozó áramú változata a triac nem jelkövető. A vezérlőimpulzusra bekapcsol és kikapcsol. Különböző jelalakok erősítésére alkalmatlan.

Mivel ennél az üzemeltetési módnál nagyon fontos a hatásfok, tápáramforrásként kapcsolóüzemű tápegységet használjunk. Ha kész tápegységet kívánunk használni nem lesz nehéz dolgunk, mert ma már minden tápegység kapcsolóüzemű. Az ára azonban nem fog tetszeni. Ugyanaz a helyzet, mint az erősítőkkel. Enyhén szólva túlárzottak. Kisfeszültségűt és kis áramút nem érdemes venni, mert később nem sok mindenre tudjuk használni. Ha már pénzt adunk ki érte 60 V-ost és legalább 6 A-est vegyünk. Akadt is egy megfelelő. A **TDK-Lambda Z60-10-IS420 60V 10A 600W** tápegység kiváló lenne, de akadt egy kis hibája. Az ára 944 915 Ft volt. Ilyen hajmeresztő árak láttán úgy döntöttem, hogy szétnézek a használt cikk piacon. A Vatera.hu fórumon néhány használt holmin kívül csupa új dolgot találtam, meglepően alacsony áron.

Ezek egyike a **Joy-it** cég **RD6006 0-60 V 0-6 A** szabályozható labortápegysége. Ára csupán 43 990 Ft. Ugyanazt tudja, mint a hússzor annyiba kerülő TDK-Lambda tápegység. Távirányítható, programozható, értékevétel a billentyűzetén keresztül, 9 memóriahely, állítható túláram- és túlfeszültségvédelem, akkumulátortöltés, számítógéppel való együttműködés.¹¹ Aki a terhelhetőségét kevésnek találja, válassza az **RD 6012** típust. Ez már **12 A**-t képes leadni. Ára 59 900 Ft. Ha ez is kevés a kínai AliExpress és az amerikai Amazon.com webáruházakban **24 A**-est is rendelhet. Náluk az **RD 6024**-es típus nagyon olcsó, de 2 hetet kell várni a szállítására, ami 3 hét is lehet. Ennek ellenére érdemes tőlük rendelni, mert az AliExpress webáruházban a 24 A-es (RD 6024) kevesebbe kerül, mint a hazai webáruházakban a 6 A-es (RD6006). Végül én is tőlük rendeltem. 35 700 forintot (100 dollár) fizettem érte. (Ma már nem kell vámot és ÁFA-t fizetni, mert az AliExpress Luxemburgban létrehozott egy kirendeltséget. Így már európai cégnek számít)

Doboza kevés helyet foglaló, lapos, formatervezett.¹² A Rezonanciafrekvenciás gerjesztő készülékbe természetesen nem ezt kell betenni, hanem egy szerelt nyák-lemezt, amely mentes mindenféle kényelmi funkciótól. Ezt már mi is meg tudjuk építeni. Ha nem akarunk vesződni vele, nézzünk körül a kínai **AliExpress webáruházban**. Web: <https://best.aliexpress.com> Itt fantasztikusan olcsón nyák-lemezre szerelt nagy teljesítményű, kapcsolóüzemű tápegységeket rendelhetünk. A nyitó oldal keresés mezejébe írjuk be: **power supply-circuit board**. A nyák-lemezre szerelt különböző feszültségű és áramú tápegységek csupán 14-25 dollárba kerülnek.¹³ Ezek a féltenyényi méretű paneleken már rajta van a kapcsolóüzemű hálózati transzformátor is. 4 csavaros kapocs van rajtuk. Kettőre a hálózati feszültséget (230/110 V) kell rákötni. A másik kettő a stabilizált DC kimenet. Kisebb hőszugárzók gerjesztésre az általuk leadott 200 – 300 W is elegendő.

Ha ez a teljesítmény kevésnek bizonyul, válasszunk 600 W-os kapcsolóáramú tápegységet, fix. feszültségkimenettel. Ennek ára 38 dollár. Ez a szerelt nyomtatott áramköri lemez már nem csak Single, hanem GND ponttal rendelkező Dual tápfeszültséget is képes szolgáltatni.¹⁴ Ezzel már 500 W-os kapcsolóüzemű erősítőt is tudunk táplálni. (Ehhez Dual voltage kivitelű tápegységet kell választani.) Nagy előnye ennek a tápegységnek, hogy egy 12 V-os segéd feszültséget is szolgáltat. Ez jól

¹¹ Gépkönyve erről a címről tölthető le: <https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/en/002207502ML00/hasznalati-utmutato-2207502-szabalyozhato-labortapegyseg-0-60-v-0-6-a-taviranyithato-programozhato-vekony-kivitel-joy-it-rd6006.pdf>

¹² https://www.aliexpress.com/item/1005005734184999.html?spm=a2g0o.detail.0.0.6794hpGthpGtZA&gps-d=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40000.327270.0&scm_id=1007.40000.327270.0&scmurl=1007.40000.327270.0&pvid=e27517ca-05c2-432a-bdeb-975455466732&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller.scm-url:1007.40000.327270.0&pvid:e27517ca-05c2-432a-bdeb-975455466732.tpp_buckets:668%232846%238110%231995&pdp_npi=4%40dis%21HUF%2160559.22%2134986.64%21%21%211187.31%21%21%21402101c71a16947805963991266e81c1%2112000034155830594%21rec%21HU%21%21ABS

¹³ https://www.aliexpress.com/item/1005005916514057.html?spm=a2g0o.productlist.seoads.1.634a2b57b0M8Fo&p4p_pvid=20230924060100475603482969200004331379_1&s=p

¹⁴ https://www.aliexpress.com/item/1005005110665683.html?spm=a2g0o.detail.0.0.7474eKcNeKcNUF&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40050.354490.0&scm_id=1007.40050.354490.0&scm-url=1007.40050.354490.0&pvid=d4c4299f-4b38-45e9-89e1-60a5d44523f6&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller.scm-url:1007.40050.354490.0&pvid:d4c4299f-4b38-45e9-89e1-60a5d44523f6.tpp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_npi=4%40dis%21USD%2176.20%2138.1%21%21%2176.20%21%21%21402101ef7016958221755493941e6c6a%2112000031696977270%21rec%21HU%212803401475%21

használható a nyák-lemez formában alkalmazott funkciógenerátorunkhoz. Ha a szignálgenerátor-gyártókkal sikerül egy féltényérnyi lemezre kimentetni a négyszög-generátort, akkor ehhez már nem kell külön tápegységet építenünk.

Komplett erősítőre sincs szükség. Elég egy szerelt nyák-lemez is, amit majd beépítünk egy műanyag dobozba a tápegységgel együtt. Ezt is a Vatera.hu internetes piactéren találtam meg. Egy budapesti kereskedő néhány tucatnyi szériában árusít kiváló minőségű kapcsolóüzemű erősítőket, olcsón. Én az **IRS2092S Mono végfok 500 W** típust választottam. Ez egy szerelt nyák lemez (circuit board). Nincs rajta tápegység, nincsenek rajta kezelő szervek, nincs bedobozolva. Csak az erősítő van rajta. A bemenetet, kimenetet, tápvezetékét úgy kell ráforrasztani, vagy sorkapcsokba becsavarozni. Az ára 6500 Ft. (2150 dollár helyett 18 dollár.) Ezen az áron már nem érdemes nekiállni és otthon bütykölni. Az alkatrészek többbe kerülnének, mint a szerelt panel.

Ezután következett a második kudarc. Az erősítő alapos szemrevételezése után kiderült, hogy ezt szimmetrikus tápegységgel kell táplálni. A szimmetrikus (dual) tápegységeknek három kivezetésük van, a +, a – és a GND (föld, angolul Ground). Ehhez nem kell nagyméretű rézlemez leásni a földre, és szigetelt rézkábelben behozni a készülékbe. A vízvezetékcsövekre sem kell rákötni. A GND nem más, mint a tápegység 0 pontja.) Ehhez képest hozza létre a tápegység a + és – feszültséget. Az általam vásárolt RD 6024 típusú tápegység azonban nem szimmetrikus tápfeszültséget állít elő. Ez egy kétpólusú (Single) tápegység. Megrendelésekor az tévesztett meg, hogy 3 banánhüvely van rajta. Jobban megnézve észrevettem, hogy a középső, zöld szigetelőgyűrű ellátott hüvely és a piros szigetelőgyűrűs + hüvely között van egy alig látható piktogram. A tápegység gépkönyvét megszerelve kiderült, hogy itt a zöld banánhüvely akkumulátorok töltésére szolgál. Az akkut a piros és a zöld csatlakozó közé kell kötni, majd az áramszabályzóval beállítani a töltőáramát. (Ez többnyire a maximális áram 10%-a.) Aztán már nem kell törődni vele, mert az akku feltöltődése, a töltőáram 10 mA-re csökkenésekor a töltő automatikusan kikacsol. Ez tehát egy jó minőségű, sokoldalú tápegység, de nekünk nem erre van szükségünk.

A tanulópénz megfizetése után most már körültekintően kezdtem el vizsgálni a különféle tápegység típusokat. Az AliExpress webáruházban meg is találtam az ideális labortápegységet. A kínai gyártmányú **KUAIQU 120V 3A DC Power Supply Adjustable Digit Display Mini Laboratory Power Supply** típusú hárompólusú szimmetrikus (Dual) tápegység kimenőfeszültsége 0 és 120 V között szabályozható, és 360 W teljesítmény leadására képes. Ára 28 539 Ft volt. A nyomtatott áramkörü lemezre szerelt erősítőket tanulmányozva kiderült, hogy az általam vásárolt 500 W-os tápegység az AliExpress webáruházban csupán 2500 forintba kerül. A budapesti kereskedő is innen szerezte be, aztán 100%-os haszonkulccsal árulja. Tanulság: nem mindegy, hogy kitől rendelünk. Rendeljük a webáruházaktól. Legolcsóbb a kínai AliExpress. A választék óriási. Hossza keresgélés után megtaláljuk a legolcsóbb ajánlatot. Még mielőtt megrendelnénk, vessünk egy pillantást az áruismerető weblap jobb oldalára, és nézzük meg a szállítási feltételeket. Csak akkor rendeljük, ha ingyenes a szállítás. Kis tételek esetén előfordulhat, hogy a szállítási költség ötszöröse az árucikk árának. (Ha irreálisan alacsony az ár, a veszteséget horribilis szállítási költséggel kompenzálják. Egy kis csalás is van a dologban. A szállítási költség után nem kell ÁFA-t és vámot fizetni. Ez előnyös a kereskedőnek, előnyös a vevőnek, de nem jó az államnak.) Az is előfordulhat, hogy a szállítási határidő 2 hónap.

2023 szeptemberében az AliExpress európai vásárlóit átirányította a hollandiai lerakatukhoz. Így most már nem a kínai anyavállalathoz futnak be a megrendeléseink, hanem az európai leányvállalathoz. Ez nem okoz problémát, mert ugyanazt az árucikket kapjuk meg, ugyanannyiért, amennyiért a kínaiak szállították. A gond az, hogy a szállítás nem Kínából történik, hanem az AliExpress rotterdami kikötőben létesített lerakatából. Ezért a kiszolgálás alapbeállításban nem angolul, hanem hollandul történik. Emiatt ne essünk kétségbe. Az AliExpress honlap fejlécén kattintsunk a **zászló** ikon jobb szélén látható kis nyílra. A legördülő helyi menüben kiszállítási országgént állítsuk be a **Hungary** tételt. A **Nyelv** kijelölősávba az **angolt** válasszuk. (Magyar nincs.) A Valuta kijelölősávban a **HUF (magyar forint)** tételt állítsuk be. Most már könnyen rendelhetünk. (Nem kell beiratkozni holland nyelvtanfolyamra.)

Ha az angol nyelv is nehézséget okoz nekünk, akkor Google Chrome böngészőben rendeljünk. Itt ugyanis a Google fordító program be van építve a böngészőbe. Az előbbi beállítások elvégzése után az AliExpress honlap jobb felső sarkában megjelenik egy üzenettábla, amely felajánlja a weblap magyar nyelvre fordítását. Aktiváljuk az **angol - mindig legyen lefordítva** parancsot, majd kattintsunk a **magyar** utasításra. Egy pillanat alatt megtörténik a weblap pontos, precíz fordítása, és most már magyarul rendelhetünk. Végül az **X** gombbal zárjuk be az üzenettáblát. Arra azonban ügyeljünk, hogy az áruházzal továbbra is angolul kommunikáljunk, mert a kedvünkért sem a kínaiak, sem a hollandok nem fognak megtanulni magyarul. A Hollandiából érkező értesítéseket is célszerű Chrome böngészőben megnyitni, mert a postafiókunk leveleit is lefordítják. Ha nem jelenik meg az üzenettábla, kattintsunk a böngésző jobb felső sarkában látható **Oldal fordítása** ikonra. Ekkor megjelenik a hiányolt üzenettábla, amely angolról magyar nyelvre fordít.

Ha ráakadunk egy nekünk tetsző színvonalas termékre, amit akciósan (50-90% árengedménnyel) árusítanak, tegyük a vásárlókosarunkba. Ha habozunk, és később térünk vissza rá, meglepődve tapasztaljuk, hogy felemelték az árát. Ha másnap próbáljuk megrendelni, tovább nő az ára. A vásárlókosárban azonban nem változik az ára. Amennyiben később találunk egy olcsóbbat vagy jobbat, a vásárlókosárból bármikor törölhetjük. (Kattintsunk a Kuka ikonra.)

A több száz darabos választékot látva arra is rájöttem, hogy könnyen el lehet tévedni ebben a rengetegben. 50 évvel ezelőtt én kapcsolóüzemű tápegységekből írtam a diplomamunkámat. Akkoriban ez a téma még teljesen ismeretlen volt. Csupán egyetlen forrásmunkát találtam róla, egy orosz villamosmérnök könyvét. Azóta rengeteget fejlődött ez a szakma, és én lemaradtam. Beláttam, hogy ezen a szakterületen csak úgy boldogulhatok, ha felfrissítem az ismereteimet. Ez nem volt nehéz, mert az Interneten minden megtalálható a továbbképzéshez. Megtudtam, hogy a kapcsolóüzemű tápegységeknek ma már két fő típusa van. Az egyik az együtemű, a másik az ellenütemű.

Az együtemű kapcsolóüzemű tápegységnél a Graetz egyenirányító utáni tápfeszültség csak egy irányban jut a nagyfrekvenciás transzformátor primer tekercsére. Ezáltal ez a tápegység egyszerűbb és olcsóbb az előállítására. Hatásfoka azonban rosszabb, ezért több áramot fogyaszt, és többet disszipál el. Emiatt nagyobb méretű transzformátorra és hűtőbordára van szüksége. Az ellenütemű kapcsolóüzemű tápegységnél a Graetz egyenirányító után ellenállásosztóval létrehozunk egy virtuális földpontot. Ezt továbbviszik a tápegységbe, sőt kivezetik a kimenetére. (Ez lesz a GND csatlakozás.) Ennek a megoldásnak az előnye, hogy a földponthoz képest egy pozitív és egy negatív félperiódus keletkezik, amit felváltva kapcsolnak a nagyfrekvenciás transzformátor primer tekercsére. Ezáltal jobb lesz a hatásfoka. Kisebb méretű transzformátort és hűtőbordát igényel. A virtuális földpont létrehozása miatt kialakítása bonyolultabb, de kevesebb zajt termel, és csökken a kimenő feszültség torzítása.

Úgy viselkedik, mint a tranzistoros B-osztályú erősítők. Alacsony az üresjáratú áramuk. Nyugalmi állapotban szinte semmi áram nem folyik át rajtuk. A különbség annyi, hogy a tranzistoros B-osztályú tápegységeknél a földpontot úgy alakítják ki, hogy a hálózati transzformátor szekunder tekercsét középen megcsapolják, és ez lesz a földpont. Erre a földpontra galvanikusan kapcsolódik rá a pozitív és negatív félperiódust erősítő végtranzisztor. Kapcsolóüzemű tápegységeknél azonban nincs bemeneti transzformátor, ezért ott virtuális földpontot hoznak létre. Ezen a földponton ugyanúgy nagy áramnak kellene átfolynia, mint a B-osztályú erősítők galvanikus földpontján. A több száz kilohomos feszültségosztón azonban csak néhány milliamper folyhat át. Ezt a problémát úgy oldották meg, hogy két nagy kapacitású (kb. 1000 mikrofarados) elektrolit kondenzátort kapcsolnak párhuzamosan a feszültségosztóval. A kondenzátorok ugyan nem vezetnek az egyenáramot, viszont nagy hatásfokkal vezetnek a váltakozó áramot. A kapcsolóüzemű tápegységek a szaggatás következtében váltakozó árammal dolgoznak. (Nem szinuszos, hanem négyszög alakú impulzusokkal, de ez mindegy. KHz-es frekvencián már mindkét hullámforma tüimpulzussá alakul. Gerjesztés szempontjából nem sok különbség van köztük.)

Ez az oka, hogy a gyártók a földpontos tápegységeiknél nem tüntetik fel, hogy \pm feszültségű a kimenetük. A 60 V-os tápegységre pl. nem azt írják rá, hogy ± 30 V. A valódi szimmetrikus (dual) tápegységeknél ugyanis mind a + mind a – oldal terhelhető. Itt azonban ha egy egyenáramú fo-

gyasztót pl. ellenállást, villanykörtét teszünk a + vagy a – kimenetre és a GND kapocsra, nem folyik át rajta áram. A GND csak a váltakozó áramot vezeti. A virtuális földpont kialakításának nagy előnye, hogy a nagy kapacitású kondenzátorok csökkentik a zajt, az interferenciát. Ettől függetlenül a kapcsolóüzemű tápegységek még így is keltenek magas frekvenciás zajt. A kimenő feszültségre ráülő zaj főleg az analóg készülékeket zavarja. Nem használ ellene az árnyékolás, ezért interferenciát is okoznak. Pedig a gyártók mindent megtesznek ennek kiküszöbölésére. Ha belenézünk egy számítógép tápegységébe rengeteg ellenállást, kondenzátort, induktivitást látunk benne. Ezek nagy része zavarcsűrő, túlfeszültségevezető, kimeneti szűrőtekercesek.¹⁵ Mindez nem segít, ha az analóg rádióknak bemenetén nincs induktivitásokból és kondenzátorból álló LC szűrő. (A nagyobb haszon érdekében kispórolták belőle.) Ez esetben számítógépünk bekapcsolása után a rádió elkezd sípolni, zajos lesz, torzít. Ez fűtőtestünk rezonanciás gerjesztésénél is gondot okozhat, mind nálunk, mind a szomszédainknál.

A kapcsolóüzemű tápegységeknél elmondtak igazak a kapcsolóüzemű erősítőkre is. (Ezeket D-osztályú erősítőnek nevezik. A „D” jelölés a digitális rövidítése, de ezek nem digitális, hanem kapcsolóüzemű erősítők.) Emiatt itt is ellenütemű elrendezésben gerjesztik a nagyfrekvenciás transzformátor primer tekercsét. Ennélfogva a nagy teljesítményű kapcsolóüzemű erősítőket csak hárompólusú (GND csatlakozással rendelkező) tápegységgel lehet táplálni. Ha egy kétpólusú (single) tápegységet kötünk rá, nem fog működni. Ha sokáig rajta tartjuk, tönkremegy. A profi gyártók ezt a veszélyt úgy próbálják elkerülni, hogy mind a pozitív, mind a negatív pólusra azt írják rá, hogy $\pm 60V$. Így próbálják felhívni a figyelmet arra, hogy itt szimmetrikus, földponttal rendelkező (dual) tápegységet kell használni. Jelen esetben a \pm jelölés arra utal, hogy a + pólus és a GND, valamint a – pólus és a GND között 60 V a feszültség. A + és a – pólus között pedig 120V mérhető.¹⁶

A zűrzavart okozó félreértések java azonban még hátravan. Léteznek olyan kapcsolóüzemű tápegységek is, amelyek valójában DC/DC konverterek. **Step up** és a **step down** konverterek. Ezek a kis feszültségből nagyobb és a nagy feszültségből kisebb feszültséget állítanak elő. Más néven **buck** és **boost** konverterek. Ezeket főleg akkumulátorokhoz használják. Olyan készülékek táplálására, melyek stabilizált tápfeszültséget igényelnek. A boost típusú tápegységekkel akár duplájára növelhetjük a bemenő feszültséget. Ezt impulzus-szélesség modulációval (PWM) érik el. A feszültségstabilizálást is a PWM áramkör végzi. Ha nő a terhelés, növeli a nagyfrekvenciás transzformátor primer tekercsén a négyzetű impulzus szélességét. Ha csökken a terhelés, csökkenti az impulzusszélességet.

Csodára azonban ne számítsunk. Ha duplájára növeljük a kimenőfeszültséget, felére csökken a kimenőáram. Ebből a tápegységből sem lehet több teljesítményt kivenni, mint amit beadunk. Ezekkel a konverterekkel az a baj, hogy nyák-lemezre szerelt változatuk kísértetiesen hasonlít a szintén nyák-lemezre szerelt valódi kapcsolóüzemű tápegységekhez. Mivel ezeket is Power Supply-nak hívják, a valódi tápegységekkel együtt fognak megjelenni a találati listában. Ezért könnyen lehet, hogy megrendeljük őket. Ennek a veszélynek az elkerülése érdekében figyelmesen olvassuk el a tápegység nevét. Ha előfordul benne a „step up” vagy a „step down” kifejezés, illetve a „buck” vagy a „boost” szó, nekünk nem erre van szükségünk.

Mindezt azért kellett ilyen részletesen tárgyalni, hogy képesek legyünk jól választani. Az AliExpress webáruházban ugyanis nem lehet a rendelést módosítani. Ha lehetne, a vásárlók naponta változtatnák meg a megrendelt ruha színét, formáját, és egy ekkora áruháznál ez nem lehetséges. Hadseregnyi ember kellene az impulzív kérések teljesítésére. Lemondani sem könnyű a megrende-

¹⁵ <http://users.atw.hu/acdrian/Elektronika/kapcsolouzemu/Kapcsolouzemu.html> Itt megtekinthetjük, hogy néz ki egy tisztességesen megépített kapcsolóüzemű tápegység.

¹⁶ Aki kapcsolóüzemű audio sztereóerősítőt szeretne építeni, annak az AliExpress webáruházban kapható **TPA3255 Digital Power Amplifier Audio Board Class D 2.0 Sound Amplifiers Stereo Home Audio Amp 600Wx2** ajánlható. A hatalmas hűtőbordák alatt MOSFET tranzisztorok gondoskodnak a kiváló hangminőségű és nagyteljesítményű erősítéstől. A texasi gyár a csúcsmínőségű hangot a szabadalmaztatott nagysebességű, hibajavító áramkörével éri el. Nagy előnye még a nagy energiahatékonyság, és a rendkívül alacsony üresjáratú veszteség (kevesebb, mint 2,5 W). Ára 59 dollár.

lést. Sokáig szóba sem állnak velünk. A Chat csatornán azt fogják hajtogatni, hogy nem találják a rendelési számunkat, miközben már megjelennek a képernyőn a rendelt termékeink. A lemondás egyetlen járható útja a szállítmányt követő értesítés megnyitása. Az AliExpress rendszeresen küld nekünk tájékoztatót arról, hol tart az árucikk. Ezen az e-mail levélen kattintsunk a **Check Order** utasításra, és a megnyíló ablakba írjuk be az e-mail címünket, valamint a jelszavunkat. A tovább nyíló ablakban láthatóvá válik a megrendelt árucikk. Kattintsunk a jobb oldalán levő **Returns/refunds** utasításra. Megjelenik egy üzenettábla, amelyen az áll, hogy a megrendelést csak 10 nap elteltével törölhetjük.

A várakozási idő letelte után próbálkozzunk újra, és a tovább nyíló ablakban értelemszerűen töröljük a megrendelésünket. (Mindegyik rubrikában a **Returns/refunds** tételeket aktiváljuk.) Ezt követően néhány hét után visszkapjuk a pénzünket. (Ha 2 hónap után sem jön meg, menjünk be a bankunkba, és ők majd visszaszerzik.) Ha az utolsó pillanatban gondoltuk meg magunkat, akkor már csak egyet tehetünk: Ne vegyük át az áru, küldjük vissza. Ha átvesszük, még több bosszúság vár ránk. Kérvényezni kell a visszaszállítást, és a webáruház csak eredeti gyári csomagolásban veszi vissza az árut. Ráadásul nekünk kell fizetnünk a szállítási költséget. Visszaszállítás esetén sokáig várhatunk a pénzünkre, mert a visszaszállítás és állapotának ellenőrzése hetekig fog tartani. Ennek végét ne várjuk meg. A helyesen kiválasztott terméket rendeljük meg újra, ne vesztegessük az időnket. A pénzünket pedig majd valamikor visszkapjuk. Addig is dolgozzunk a másodszorra már jól kiválasztott készülékünkkel.

Ha nagyon belemerültünk a fejlesztésbe, szükségünk lesz egy oszcilloszkópra is. Ez nem lesz olcsó, mert az oszcilloszkópok átlagos ára több százezer forint. Ehhez a fejlesztéshez azonban megfelel egy olcsóbb is. Ha nem sürgős a szállítás, rendeljük meg ezt is az AliExpress webáruházról. A **Hantek DSO2C10 digital oscilloscope** náluk a legolcsóbb, 67 216 forintba kerül. Árához képest sokat tud. Aki megvette, mindenki dicséri. Számunkra előnyösebb lehet a **Hantek DSO2D15 digital oscilloscope** megvásárlása. Ennek határfrekvenciája 150 MHz, de nekünk nem ezért lesz rá szükségünk. Ez a 92 122 forintba¹⁷ kerülő típus tartalmaz egy 25 MHz határfrekvenciájú funkciógenerátort.

Határfrekvenciáját tekintve a funkciógenerátor komolyabb, mint a legtöbb szignálgenerátor, és olcsóbb is. Ráadásul tetszőleges formájú hullámot készíthetünk, és használhatunk vele. Ha bejön a fejlesztésünk, és felfut az időközben alapított vállalkozásunk, akkor Rohde & Schwarz oszcilloszkópot is vásárolhatunk. Az RTE-COM4 típusú asztali oszcilloszkóp 20 740 427 forintba kerül. (A szállítási költség miatt ne aggódjunk, ingyenes lesz.) Amíg az új tápegység szállítására vártam, a rezonanciafrekvenciás gerjesztés elméletével foglalkoztam.

Gondolkodtunk már azon, hogy amíg a lemezelt vasmagot tartalmazó lineáris tápegységek hatásfoka 40%, addig a ferrit transzformátorral üzemelő kapcsolóüzemű tápegységek hatásfoka meghaladhatja a 90%-ot is. (A lemezelt vasmagú transzformátorok hatásfoka nem rossz, elérheti a 95%-ot is. A meglehetősen nagy tömegű lineáris tápegységek veszteségének túlnyomó részét a soros stabilizáló tranzistor okozza.) A kapcsolóüzemű tápegységeknél a feszültségstabilizálás sokkal egyszerűbben, egy impulzusszélesség-szabályzó integrált áramkörrel veszteségmentesen oldható meg. A legizgalmasabb kérdés, hogy minek tudható be a több mint egy nagyságrendnyi tömegcsökkenés. Amíg egy 500 W-os lemezelt vasmagú hagyományos transzformátor olyan nagy és súlyos, hogy felemelni is alig tudjuk, a számítógépek 450 W-os kapcsolóüzemű tápegységében csupán két kb. 3 cm átmérőjű, körgyűrű alakú ferrit vasmag található. Ennyire jó a vastartalmú kerámia ferrit mágneses vezetőképessége? Egyáltalán nem. A lágyvasból hengerelt lemezelt vasmag mágneses vezetőképessége (permeabilitása) jóval nagyobb. (Több mint kétszerese.)

Akkor mi okozza a többletenergiát a kapcsolóüzemű tápegységekben? Erre minden szakmai leírásban megtalálható a válasz: a nagyfrekvenciás gerjesztés. Itt meg is áll a szakértők tudománya. Ha megkérdezzük tőlük, hogy a szapora impulzusok miért váltanak ki áramtöbbletet, erre nem tudnak válaszolni. A magyarázatot ugyanis nem a fizikában kell keresni, hanem a szubotronikában. (A

¹⁷ <https://hu-m.banggood.com/Hantek-DSO2D15-Dual-Channel+-AFG-Digital-Storage-Oscilloscope-150MHz-1GSa-or-s-Signal-Generator-Oscilloscope-2-In-1-p-1974123.html> Ha nincs PayPal számlánk, rendeljük az **A-Z OLCÓSÁG.hu** webáruházról. Náluk sem drágább, és hamarabb szállítják. Web: <https://azolcsosag.hu/cart>

szubotronika a szubatomi energiárészecskék és az elektronok egymásra hatása.) A többletenergiát az éteri részecskék hozzák létre. Gyors fel- és lefutású impulzusokkal történő gerjesztés esetén a hirtelen fellépő gerjesztő feszültség elektronokat szakít le a fématomok legkülső elektronhéjáról. Ezek az elektronok hozzák létre a villamos áramot. Minél több a gerjesztő impulzus, vagyis minél nagyobb a gerjesztőáram frekvenciája, annál nagyobb lesz a villamos áram.

Ebbe a folyamatba az éter úgy szól bele, hogy betölti a legkülső elektronhéjról kiszakadt elektronok helyét. A világegyetem ugyanis nem tűri az űrt, ezért igyekszik azt minél hamarabb kitölteni. Ezért az ide-oda száguldó szabadelektronok helyére éteri részecskék (éterionok) hatolnak be a fémes vezetőbe. Ennek során gyakran ütköznek az atomokkal, és miután az éterionok sebessége 12 nagyságrenddel nagyobb, mint az elektronoké, a gerjesztő impulzusoknál is nagyobb rázkódást okoznak az atomokban. Ettől még több elektronjukat vesztik el. Alacsony frekvenciás gerjesztésnél (50 Hz-es táplálás) ez a jelenség nem nyilvánul meg érzékelhető módon, mert itt van idő az elektronok visszarendeződésére. Nagyfrekvenciás gerjesztésnél azonban ez a jelenség halmozottan nyilvánul meg. A frekvencia növelésének csak a vasmag telítődése szab határt. Ez lemezelt vasagnál 150 Hz, míg ferritmagnál max. 1 MHz.

A szubotronika lehetőséget ad a kapcsolóüzemű tápegységek hatásfokának tovább növelésére. Hatásfokuk jóval 100% fölé is növelhető. Ennek egyik módja a szolitonos gerjesztés. A szoliton egy olyan impulzus, amelynek a lefutási meredeksége nagyobb, mint a felfutási ideje. Leginkább a jobbra döntött szinuszhullámhoz hasonlít. Ez a hullám óriási energiát képes megmozgatni. Eddig csak a természetben nyilvánult meg, cunami formájában. Több száz kilométert is haladnak az óceánban, mielőtt a sekély partokon megtörve pusztító energiájuk felszabadul. A nagyobb folyókon képződő tolóár is a cunami következménye. Csillapodásmentes haladásuk titka az éter. A szolitonhullám ugyanis lassan fut fel, és magassága hirtelen csökken. Miután a hullámmagasság lökésszerűen lecsökken, az így kialakult ürbe éteri részecskék áramlanak be. A hullámvölgybe gyorsan benyomuló éteri részecskék a tehetetlenségi erő révén meglökik a víz hullámot, ami ettől előre halad. Ez a tolóerő olyan nagy, hogy sokáig nem hagyja a hullámot elhalni.

A szabadelektronok korlátozott száma miatt a fémes vezetőkben a szolitonhullám nem képes romboló hatást kiváltani. A szabadelektronok számát azonban tovább szaporítja. Visszahajló karakterisztikájánál fogva maga alá gyűri az éteri részecskéket, amelyek az impulzus lefutása, elhalása után nem tudják elhagyni a fémes vezetőt. A következő gerjesztő impulzus felfutásakor is az anyagban maradnak, és tovább növelik az éteri részecskék sűrűségét. Emiatt még több szabadelektron keletkezik. A legnagyobb növekedés azonban a rezonanciafrekvenciás gerjesztéssel érhető el. Ha a konstruktőrök megmérnék a toroid transzformátor saját frekvenciáját, és erre a frekvenciára állítanák be a gerjesztő impulzusok frekvenciáját, akkor az atomok örült táncba kezdenének. Ennél a gerjesztési módnál akár egy nagyságrenddel is nőhet a hatásfok. Ezt a fizikai jelenséget fogjuk most mi felhasználni a rezonanciafrekvenciás táplálásnál.

Mivel dual tápegységgel nem rendelkezttem, egy single tápegységről is működtethető, valószínűleg A-osztályú kapcsolóüzemű erősítővel folytattam a fejlesztést. Ezek az erősítők nem tartalmaznak ferrit transzformátorokat. A kapcsolóüzemhez szükséges impulzusokat egy integrált áramkör állítja elő. Emiatt nagyon olcsók, de csak kis teljesítményre képesek. Kíváncsiságból rendeltem egy 60 W-os példányt. A szállítási határidő itt is nagyon hosszú volt. December 18-án azonban a Cainiao váratlanul leszállította az AliExpress által jóval későbbre ígért apró erősítőt. Ez a gyufásdoboz méretű mini erősítő nem igényelt GND kivezetéssel rendelkező \pm feszültséget, ezért a korábban beszerzett single tápegységgel is be tudtam vizsgálni. 24V tápfeszültséget kötöttem az **XH-M311 mini erősítőre**, és az asztali rádió fejhallgató kimenetéről vezéreltem. 3 eurós vételára ellenére a gyártó max. 60 W-os kimenő teljesítményt ígért rá, amit valószínűleg tudott, mert alaposan megdöngötte a 70W-os hangfalamat.

Na, akkor kezdjük el a hónapok óta halogatott fejlesztést. Leszedtem a rádió kábelét az erősítő bemenetéről, és rákötöttem a szignálgenerátor kimenetét. A jelet 100 Hz-re állítottam. Bekapcsoltam a tápegységet, és vártam a szinuszhullám bűgását. Az erősítő azonban meg sem nyikkant. Bármit csináltam vele, nem tudtam szólásra bírni. Erre leszedtem a szignálgenerátorról, és rákapcsoltam a rádió fejhallgató kimenetére. Itt sem szólalt meg. Tönkrement. Tüzetes vizsgálódás után kide-

rült, hogy a tönkremenetelt túlvezérlés okozta. A szignálgenerátort gyári beállításban használtam. Bekapcsolás után a Yoy-it funkciógenerátor 1 kHz frekvenciájú szinuszhullámra és 5 V-os amplitúdóra áll be. A frekvenciát átállítottam ugyan 100 Hz-re, de az amplitúdóról elfeledkeztem. Mivel a kapcsolóüzemű erősítők bemenő feszültsége max. 1,5 V lehet, a háromszoros túlfeszültség azonnal tönkretette a TPA3118 integrált audio erősítőt.

Műszeres méréseim során furcsa dolgot tapasztaltam. A szignálgenerátor BNC kábelének végén negatív feszültséget mértem. A nemzetközi jelölésrendszer szerint a piros krokodilcsipesznek kelle-ne a pozitív pólusnak, a fekete csipesznek pedig a negatívnak lenni. A BNC kábelnél ez éppen fordítva van. Az árnyékolás szerepét betöltő fémtest a pozitív. A közepén levő tűske pedig a negatív. Szerencsére az emiatt kialakult fordított polaritás nem tette tönkre az erősítőt, mert a szignálgenerátor és az erősítő önálló készülék volt. A fordított polaritás csak akkor okozna gondot, ha a két készülék földelő pontja össze lenne kötve. (A gerjedés elkerülése érdekében erre gyakran szükség van.) Még szerencse, hogy csak 1300 Ft a kár, ami nem dönt romlásba anyagilag. Ebből tanulva a \pm feszültséget és GND kivezetést igénylő erősítőimre már vigyázni fogok. Az ehhez szükséges dual tápegység azonban várat magára. Az AliExpress az általa ígért 3 hetes szállítási határidőt kitolta 2 hónapra.

A dual tápegység megrendelése nem volt könnyű. A dual minősítés sem ad biztos támaszt ahhoz, hogy nekünk megfelelő tápegységet választunk. A gyártók ugyanis azokat a tápegységeket is dual-nak nevezik, amelyekben két tápegységet tesznek. Ezért mielőtt megrendelnénk, nézzük meg felnagyított sorkapcsát. Ha azon pl. az látható, hogy +12 V és COM, a mellette álló két sorkapcsan pedig az, hogy +5 V és COM, akkor ez két tápegység egy dobozban. A precizításra törekvő gyártók ezt a típust úgy jelölik, hogy: Dual Output Switching Power Supply. A valódi dual tápegységen nem COM vagy földelés piktogram áll a feszültség sorkapocs mellett, hanem a GND sorkapocs, a feszültség sorkapocsokon pedig a + és a – látható (pl. –60V, utána GND, utána +60V). Ha abszolút biztosra akarunk menni, nézzük meg a BREEZE HI-FI Audio Store ajánlatát.¹⁸ Itt a sigle- és a dual tápegységfajta egy helyen megtalálható, így könnyen kiválaszthatjuk, hogy nekünk melyik kell. Az általuk gyártott tápegységek szerelt nyomtatott áramköri (board) típusok. A fejlesztéshez azonban célszerű dobozolt tápegységet beszerezni, mert ez később is használható. A választék nem túl nagy, és igen különböző.



Van olyan készülék is, ami single és dual tápegységet tartalmaz közös házban. A szimmetrikus tápegysége nem lebegő GND-s. Középső kivezetése galvanikus GND. Erre utal, hogy nem GND felirat van rajta, hanem COM jelölés. A ± 25 V azt jelenti, hogy itt mérhető 25 V feszültség van a + és a COM, valamint a – és a COM között. A + és a – kivezetés között pedig 50 V feszültség mérhető. Kimeneti teljesítménye nem túl magas, csupán 120 W. (Mint minden nyugati terméknek, ennek a KEYSIGHT gyártmányú tápegységnek az ára

¹⁸ https://www.aliexpress.com/item/1005005110665683.html?spm=a2g0o.detail.0.0.7474eKcNeKcNUF&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40050.354490.0&scm_id=1007.40050.354490.0&scm-url=1007.40050.354490.0&pvid=d4c4299f-4b38-45e9-89e1-6&gatewayAdapt=glo2nld

is meglehetősen borsos. A webáruházak közel 2000 euróért forgalmazzák. Ha ezt az árat nem tudjuk megfizetni, nézzünk körül az AliExpress webáruházban.)

Ezt a tápegységet tökéletesen kiváltja a kínai **SPS3010-2KD Variable Dual-Channel Power Supply Lab 3-Way** készülék. A 0-tól 120V-ig szabályozható változat 3 A terhelhetőségű, azaz terhelhetősége nem 120, hanem 360 W. Ennek ellenére tízedannyiba kerül, mint az előbbi E3631A típusú tápegység. Ára 80 241 Ft (kb. 220 euró). Ez két single tápegység, egy házban. A belső + és – kivezetések rövidre zárásával átalakítható szimmetrikus tápegységgé. A rövidre zárt pólusok alkotják a COM pólust. Ebben az üzemmódban a két szélső kapocs között dupla feszültség, jelen esetben max. 240 V mérhető. Ha a + pólusokat és a – pólusokat összekötjük, akkor marad a max. 120 V, de duplájára nő a terhelhetőség, 6 A (720W) lesz. Érdekessége ennek a tápegységnek, hogy a sorba kötést, illetve a párhuzamos üzemmódot a tápegység automatikusan elvégzi a **SER**, illetve a **PAR** nyomógombokkal.



Ez egy remek labor tápegység, de nem dual. Ha erre van szükségünk, válasszuk a **Blaubucht DC Power Supply PS 1203** típust¹⁹ ugyancsak az AliExpress webáruházban. Ennek ára csupán 57 000 Ft (160 euró). Feszültsége szintén 0 és 120 V között szabályozható. Terhelhetősége 3 A (360W).²⁰ A GND és COM pontot a gyártó nem köti össze a tápegység földelő \perp pontjával. Ennek több oka is van. Az egyik az érintésvédelmi ok. A fémház leföldelése, a hálózati kábel zöld-sárga vezetékéhez kötése hatósági érintésvédelmi előírás. Azért hogy ha a készülék testzártos lesz, ne üsse agyon az áram a kezelőjét. A földelő kábelt nem a villanyóránál vezetik a földbe, mert ennek kiépítése háztartásonként nagyon költséges lenne. Az áramszolgáltató tovább viszi az utca végén levő villanyoszlopig, ahol egy rézrudat szúrnak le a földbe, és ehhez csavarozzák. Városokban, földkábeles áramellátás esetén a földelés a nagyfeszül-

¹⁹ https://www.aliexpress.com/item/1005003504628376.html?spm=a2g0o.detail.0.0.699ewiLMwiLMQI&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40000.327270.0&scm_id=1007.40000.327270.0&scm-url=1007.40000.327270.0&pvid=4cecf634-3c86-48e7-8240-d&gatewayAdapt=glo2nld

²⁰ Bár az AliExpress ezt a készüléket dual tápegységnek minősítette, nem biztos, hogy az. Mielőtt megrendelnék, kérdezzük meg a gyártót, ezeken a címeken:

<https://hu-m.banggood.com/NICE-POWER-PS-1203-120V-3A-DC-Power-Supply-Adjustable-Laboratory-Power-Supply-Switching-Voltage-Regulator-Current-Stabilizer-LED-4-Bit-Display-p-1823790.html>

és

<https://hu-m.banggood.com/NICE-POWER-PS-1203-120V-3A-DC-Power-Supply-Adjustable-Laboratory-Power-Supply-Switching-Voltage-Regulator-Current-Stabilizer-LED-4-Bit-Display-p-1823790.html#popupproductDetail>

ségű transzformátoroknál történik meg. A talaj azonban nem tökéletes áramvezető, ezért kényes áramköröknél földhurkok alakulhatnak ki.

Azt hogy valódi dual tápegységgel van dolgunk feszültségméréssel állapítható meg. A lebegő földpontú virtuális GND csak váltakozó áramot képes vezetni, egyenáramot nem. Ennek oka, hogy két sorba kötött elektrolitikus kondenzátor közös pontja alkotja a lebegő GND pontot. (Ha rámérünk egy kis bemenő ellenállású Deprez feszültségmérővel a + és GND, vagy a – és GND kapcsaira, az valósággal lesöntöli az egyik vagy a másik kondenzátort, ezért 0 feszültséget mérünk. Ha digitális feszültségmérőt használunk, akkor mérhetünk némi ingadozó feszültséget, mert ennek belső ellenállása 20 MΩ. Ez nem képes lesöntölni az ellenállásosztón levő feszültséget és a pufferkondenzátorokat sem képes kisütni, ezért mérés előtt kössünk a + és a GND, majd a – és a GND kapcsok közé egy pár száz ohmos ellenállást.) A meglehetősen nagy frekvenciájú kapcsolóüzemű tápegységeknél, illetve erősítőknél viszont az elektrolitikus kondenzátorok megnyílnak, és betöltik a földpont szerepét. Ezáltal a + potenciál lendíti az egyik irányba, míg a – potenciál a másik irányba a hangszóró membránját. Ugyanúgy, ahogy a B, illetve AB típusú erősítőknél, amelyek galvanikus GND pólussal rendelkeznek, vagyis szimmetrikus tápegység kell az üzemeltetésükhöz. A feszültség azonban itt is kétszereződik. A $\pm 60\text{V}$ -os tápegység + és – kapcsai között 120 V mérhető.

Ezért a tápegység és a terhelő áramkör fémházát csak akkor kötik össze, ha ez csökkenti a bűgást, a gerjedést. A GND pontot sem kötik a földelő vezetékhez. Nevével ellentétben a GND (Ground) nem földpont, hanem egy áramkör belső közös pontja.) A COM csatlakozók összekötése azonban igen hatásos a gerjedés megelőzése szempontjából. Ha az ESD vagy interferencia így sem szűnik meg, a tápfeszültség bemenetén L-C zajsűrőt kell alkalmazni. A tápegységekben ez már többszörösen benne van. A terhelő áramkör tápcsatlakozói után rakott soros induktivitás és párhuzamos kondenzátor kiválasztásának leghatékonyabb módja a próbálgatás. (A magas frekvencia miatt itt is csak ferritmagos induktivitás alkalmazható.) Ilyen ferritmagos tekercsek százával találhatók az AliExpress webáruházban, nagyon olcsón. (Olyat vegyünk, amelyben a ferritmag ki-be csavargatható. Így nem kell annyi fajtát kipróbálni.)

A végleges változat kialakítása után meg kell mérnünk a tekercs induktivitását. Az áruházak ugyanis μH és mH osztályba sorolva kínálják az induktorokat. Induktivitásmérésre szintén az AliExpress kínálja a legolcsóbb megoldást. A Proster gyártmányú BM4070 típusú **Digital LCR TESTER** professzionális kivitelű. Széles méréstartományban mér induktivitást, kapacitást és ellenállást. Ára: 9610 Ft, ami jóval olcsóbb a nyugati gyártmányú hasonló mérőműszereknél.²¹ (Nagyfeszültségű kondenzátoroknál várjuk meg, amíg a bennük tárolt töltés kisül.)

A HONGPOE D-120 típusú modul

tápegységén jól látható, hogy a gyártó a COM pontot nem köti össze a tápegység földelő \perp pontjára.



²¹ https://www.aliexpress.com/item/1005005986591535.html?spm=a2g0o.detail.1000014.9.80b0udWhudWhVR&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40050.354490.0&scm_id=1007.40050.354490.0&scm-url=1007.40050.354490.0&pvid=0f7392fa-ff1a-4213-b6d4-eb9be9bd19c3&t=tps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller,scm-url:1007.40050.354490.0,pvid:0f7392fa-ff1a-4213-b6d4-eb9be9bd19c3,ttp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_npi=4%40dis%21HUF%2118482.75%219610.79%21%21%21373.74%21194.34%21%402103205217051598833075636e8780%2112000035189557795%21rec%21HU%212803401475%21&utparam-url=scene%3ApcDetailBottomMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A

val. Ez egy + és – feszültséget szolgáltató szimmetrikus tápegység, ami a V1 és V2 kapcsa között 48 V-ot szolgáltat. Ebből a tápegységből nagyon könnyen készíthetünk dual tápegységet. Ehhez semmi mást nem kell tenni, mint a két COM kapcsot összekötni. (Ez a két kapocs valójában nem más, mint a bal oldali tápegység – és a jobb oldali tápegység + kapcsa. Összekötésének elősegítésére a gyártó mellékel egy műanyagba ágyazott rövidre záró sarut, amit már csak rá kell tolni a két kapocsra.)

A modul tápegységek üzemeltetésénél a fázis (L) és nulla (N) vezeték felcserélése hibás működést és áramütést okozhat. (A tápegységekbe a fázis vezetékéből folyik be az áram, és a nulla vezetékbe tér vissza.) A két vezeték felcserélése esetén az áram visszafelé folyik, ami működésképtelenné teszi a tápegységet, és az áramkör közös pontjaira kerülő fázis megérintése halálos áramütést is okozhat. Nálunk a hálózati konnektoroknál az L vagyis a fázis vezeték barna, az N vagyis a nulla vezeték kék színű, az FG vagyis a védőföldelő vezeték zöld-fehér csíkozású. Külföldi hálózati konnektoroknál az L vagyis a fázis vezeték piros, az N vagyis a nulla vezeték fekete, az FG vagyis a védőföldelő vezeték fehér színű.²²

Mivel a háztartási konnektorokban nincs előírva, hogy a fázis és nulla vezeték a jobb vagy a bal oldali fegyverzetre kerüljön, a rezonanciafrekvenciás generátor hálózatra csatlakoztatása esetén könnyen előfordulhat fordított polaritás. Ennek elkerülése érdekében fázisceruzával ellenőrizzük, hogy melyik vezeték a fázis, és a rezonanciafrekvenciás generátor hálózati dugóját úgy nyomjuk be a konnektorba, hogy a dugó „L”-el jelölt csatlakozója kerüljön a konnektor fázisába. (Fázisceruza bármely villamossági szaküzletben olcsón beszerezhető.) Az üzembe helyezés után fel kell hívni az üzemeltető figyelmét, hogy a konnektordugót ne fordítsa meg, és a hőszigetelő másik helyisége telepítése során hívjon szakembert, aki ellenőrzi az ott használt konnektor polaritáshelyes bekötését.

Ha szeretnénk tanulmányozni a valódi dual tápegységek lelki világát, rendeljük meg a melléklet mappában található két egyszerű áramkört. A készre szereltre feszültségmérővel vagy oszcilloszkóppal több ponton is rámérhetünk. Ha úgy döntünk, hogy nekünk erre van szükségünk, a kit változathoz barkácsolhatunk magunknak egy szabályozható kimenő feszültségű valódi dual tápegységet. A készre szerelt és a kit tápegységek az AliExpress webáruházról olcsón megrendelhetők. Ezek bemérése egyértelművé teszik számunkra, hogy mi a különbség a dual tápegységek, a dual kimenetű (közös házba épített két single tápegység), a galvanikus GND csatlakozóval rendelkező dual (két single tápegység sorba kötésével készített) tápegység és a szimmetrikus tápegység²³ (galvanikus GND csatlakozóval rendelkező tápegység) között.

(A \equiv szimbólummal jelölt pontokat nem kössük rá a készülék fémvázára, illetve a hálózati dugó védőföldelő csatlakozójára, mert ez földhurkot idézhet elő, ami gerjedést válthat ki. Ez az áramkör belső földpontja, és nem érintésvédelmi földpont. Gerjedés esetén kössük össze a terhelő áramkör belső földpontjával.) Mivel a lemezeltszintű transzformátor hatásfoka 95%, nyugodtan használhatjuk az apró dual tápegységek bemenő váltakozó feszültségének előállítására. A bemenő váltakozó feszültség 4V-al legyen nagyobb a kimenő egyenfeszültségnél. (Sokkal nagyobb ne legyen, mert ez hővé alakul, amit az apró hűtőbordák már nem tudnak a környezetbe disszipálni.)

Mivel a fejlesztés egyre bonyolultabbá vált, rájöttem, hogy oszcilloszkóp nélkül nem boldogulok. Ezért rokoni kölcsönből megrendeltem az előbbieken említett Hantek DSO2D15 típusú digitális oszcilloszkópot. Kicsomagolása után kiderült, hogy a Hantek újabban nem ad CD lemezt az oszcilloszkópjaihoz. Ezért a használati utasítást, valamint a számítógépre telepítéséhez szükséges szoftvert a honlapjáról kell letölteni. Ehhez a <http://www.hantek.com/Download?key=yhsc&sid=3&word=>

²² L= Live wire (Fázis vezeték)

N = Neutral wire (Nulla vezeték)

FG = Frame Ground wire (Szilárd földelés vezeték)

Egyes országokban eltérő színezés is előfordulhat. Ha ilyet látunk, tájékozódjunk az Interneten, vagy kérdezzünk meg egy villamossági szakembert. Megjegyzés: Polaritáshelyes csatlakoztatására csak kapcsolóüzemű tápegységeknél van szükség. A régi, lineáris (lemezelt vasmagú) tápegységeknél mindegy hogyan nyomjuk a hálózati dugót a konnektorba.

²³ Ezt manapság is diszkrét félvezetőelemekből (tranzistorokból) készítik, mert ehhez középen megcsapolt szekunder tekercsű transzformátorra van szükség. Mivel a kapcsolóüzemű tápegységnek nincs hálózati transzformátora, nincs mit megcsapolni. Ennek a kényszerhelyzetnek a szüleménye a lebegő földpontú dual tápegység.

webcímre kattintva lépünk be a cég letöltési oldalára. Ott a **Please select product category** listában kattintsunk a **Digital Storage Oscilloscope**, míg a **Please select product model** listában a **DSO2000 Series** tételre. Ott a **DSO2000 Manual** tételre kattintva letölthetjük a használati utasítást. (Ez megtalálható a Rezonanciafrekvenciás gerjesztés mellékelt mappájában, angol és magyar nyelven.) Nekünk a számítógépre telepítő szoftverre van szükségünk.

Ehhez a **Please select product category** listában állítsuk be a **Digital Storage Oscilloscope** tételt, és a lenyíló lista jobb oldalán kattintsunk az **Arbitrary Waveform Editor** utasításra. Csomagoljuk ki a letöltött **DDS_ARB.zip** mappát, és **Wave editor_Setup.exe** fájlra kattintva telepítsük fel a programot a számítógépünkre. (Az Asztalra rakott indító ikonját töröljük, mert ez a program nem kell nekünk túl gyakran.) Nyissuk le a **Start** menüt, és kattintsunk a **WaveEditor** mappára. A lenyíló mappában aktiváljuk a **WaveEditor** ikont. Megnyílik az **Arbitrary Function Generator - Wave Editor Ver1.0.0.1** szerkesztő ablak. Itt alakíthatunk ki bármilyen hullámformát, amit aztán letölthetünk oszcilloszkópunk Arbitrary 1, vagy 2, vagy 3, vagy 4 hullámforma tételeire.

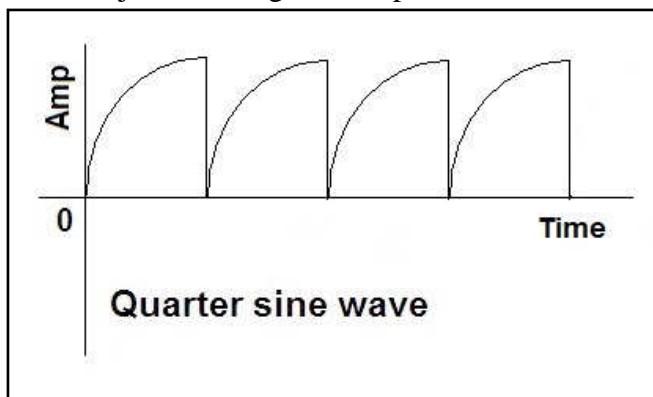
A menüsávban láthatjuk a fő hullámformákat, amelyek az oszcilloszkópunk funkciógenerátorában is megtalálhatók. Ezért nem kell őket letölteni. Ezek itt most kiindulási alapként szolgálnak. Át rajzolhatjuk őket általunk kívánt formára. Ehhez a **Draw straight lines in waveform** ceruzaikonra kattintsunk. A **bal** egérgombot lenyomva átalakíthatjuk a fő hullámformákat. Ha elrontottuk, kattintsunk a menüsor végén található **Default Setup** ikonra, és kezdjük előlről a hullámforma átalakítást. Ha csak kisebb torzulás van rajta, nem kell törölni. A bal egérgombbal kattintsunk az átrajzolható szakasz kezdetére, és rajzoljuk át helyesen a görbét. A **Draw smooth lines in waveform** ceruzaikonra kattintva és a **bal** egérgombot lenyomva bármilyen hullámformát rajzolhatunk. Nem kell az összes ciklust átrajzolni. Elég egy ciklust elkészíteni. Állítsuk a **Cycles** kijelölősávot **1** tételre.

Amint elkészültünk vele, mehet az oszcilloszkópra. Ott ez a hullámforma fog sokszorozódni. Nyissuk le a **File** menüt, és aktiváljuk az **Export as ARB** utasítást. Utána **Windows Intéző** ablakában keressük meg a pendrive-unkat, jelöljük ki, és mentjük el rá az **ARB File**-t. Ezt követően csatlakoztassuk a pendrive-unkat az oszcilloszkóphoz, és erről az eszköztől másoljuk be a hullámformát. Nyomjuk meg **WAVE GEN** gombot. Kigyullad a kék lámpája. Nyomjuk meg kétszer az **F1** menügombot, majd a **MENU** gombot tekergetve jelöljük ki az **Arb1** tételt. Nyomjuk be a **MENU** forgatógombot. Az **Arb1** menüjében nyomjuk meg az **F5** menügombot. Kigyullad a **Recall** mező, és a monitoron megjelenik a pendrive-unk tartalma. A **MENU** forgatógombbal keressük meg a mappát ahová mentettük a hullámformánkat. Nyomjuk be ismét a **MENU** forgatógombot, és forgassuk rá az **ARB FILE** tételre. Megint nyomjuk meg a **MENU** forgatógombot. Végül húzzuk a pendrive-ot az oszcilloszkópból, és a **GEN OUT** BNC csatlakozón keresztül máris használhatjuk az általunk rajzolt függvényt. (Ha véletlenül megnyomtuk az **F6** menügombot, ebből az üzemmódból nehéz visszatérni. Nem segít sem az **F1-5** gombok, sem az **F0** gomb megnyomása. Nyomjuk meg újra az **F6** gombot.)

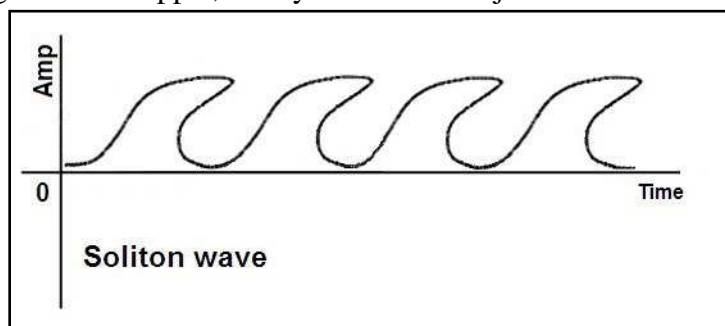
Az elkészített ARB File oszcilloszkópra juttatásának két módja van. Az egyik a **DSO2000 Softver** feltelepítése a számítógépre. Ez a program teremti meg a kommunikációt az oszcilloszkóp és a számítógép között. (Ugyanott található, ahol az Arbitrary Waveform Editor, csak nem a jobb, hanem a bal oldali listában.) Lehívása nem könnyű, mert ennek a 200 MB-nyi programnak a letöltése negyedórától is eltarthat. Elindítása, a Windows Programok és szolgáltatások mappájába való betelepítése nem okoz gondot. Elindítása annál inkább. Feltelepítése után megjelenik az Asztalon a **DigitalScope** program és a **WaveEditor** program ikonja. (A DSO2000 Softver a tetszőleges hullámforma szerkesztőt is hozza magával, ezért ezt nem kell külön letölteni.) Elindítani azonban nem mindenki tudja. Aki még mindig a kémkedésmentes és könnyen kezelhető Windows 7 operációs rendszert használja a DigitalScope indító ikonjára kattintva azt a választ kapja, hogy: **A program nem indult el, mert a VISA32.dll hiányzik a számítógépről.** Ugyanezt a választ kapja, ha a WaveEditor indító ikonjára kattint.

Ezért számukra nem marad más lehetőség, mint az önálló **Arbitrary Waveform Editor** program letöltése és használata. Itt sem lesz akadálytalan a tevékenységük. Miután nagy gonddal elkészíteték a tetszőleges hullámformát, nehezen tudják elmenteni. Erre a célra a menüsor elején látható **Download waveform data to device** ikon szolgál. Rákattintva megjelenik a **Waveform data Download**

tábla, de csak az Arb1-2-3-4 pozíciókra történő töltés kijelölését engedi. Csupán az **USB** tárolóra történő töltést engedi, de ezt is csak látszólag. A **Download** gombra kattintva megjelenik a **Wave editor** tábla, ezzel az üzenettel: **Download Error!** Kábelen történő átküldését az akadályozza, hogy ez a korszerű oszcilloszkóp nem tud feltelepülni a régi Windows 7-es operációs rendszerre. Az USB kábel csatlakoztatása után a Windows közli, hogy ehhez az eszközhöz nem talál illesztő programot. Az Eszközkezelőben megjelenik ugyan a **DSO2D15** eszköz, de driver hiányában nem lép működésbe.



Így nem marad más, mint a **File menü Export as ARB** utasításával történő mentés. Ily módon már rá tudják menteni a pendrive-unkra. Az új hullámforma letöltésének és oszcilloszkópba történő betöltésének ez a módja elkerülhetővé teszi a nagy terjedelmű bonyolult szoftverek használatát, de mégsem vezet eredményre. A probléma már a művelet kezdetén fellép. Pendrive-unk csatlakoztatása után az oszcilloszkóp közli, hogy: **Please insert the udisc.** Húzzuk ki az USB kábelt a számítógépből. Így már csak egy módon érintkezhet a perifériával, az USB tárolón keresztül. Ezt követően már könnyen elvégezhetjük a feltöltést a fentiekben ismertetett módon. Ennek se örülünk nagyon, mert a cél előtt el fogunk bukni. Miután megtaláltuk az **ARB File**-t, és a MENU gomb megnyomásával beküldtük az **Arb1** helyre, az oszcilloszkóp közli, hogy: **Recall Failed**, vagyis Visszahívása nem sikerült. (Az oszcilloszkóp a korábbi USB 2.0-ás pendrive-okkal nem kommunikál. Az USB-3.0-ás pendrive-okat már lépes megnyitni, és megkeresi a mappát, amelyben az **.arb** fájl található. Betölteni azonban nem hajlandó.)



Ez ügyben írtam egy levelet a Hantek szerviz részlegének, kértem a segítségüket. Szokás szerint ők sem válaszoltak a levelemre. Magánszemélyek panaszaival nem foglalkoznak. Ha lenne egy cégem, leveleimnek nagyobb nyomatéma lenne. A cégalapítás azonban sokba kerül, nekem erre nincs

pénzem. Ennek ellenére nem adtam fel a küzdelmet. Két héttel később újra írtam a cégnek. Mivel ez működési hiba, és a garancia még nem járt le, a cég köteles lenne kijavítani a programot. Most az ügyfélszolgálatuk már reagált a levelemre. Azt írták, hogy: „Mérnökeink jelenleg elemzik a problémát, és azonnal értesítik, ha bármilyen hír érkezik.” A válaszra sem kellett sokáig várni. A fő probléma az volt, hogy az általam szerkesztett Quarter sine wave nem sokszorozódott. Az egy vagy két periódus után jött egy szünetjel, és utána ismétlődött a hullám. Aztán megint egy szünetjel, és így tovább. Panaszomra a fejlesztők azt válaszolták, hogy lépjek a hullámforma szerkesztőbe, és a menüsorban kattintsak a 4096-ra. A javaslat jónak tűnt, mert 4096 ismétlődéssel folyamatossá vált volna a kiszerkesztett hullám. A gond azonban az volt, hogy ahogy elkezdtem rajzolni a hullámot, a menüsor minden parancsikontra elsötétedett, így nem tudtam sokszorozni a hullámot.

Közöltem a fejlesztőkkel, hogy nem jártam sikerrel, de erre a levelemre már nem válaszoltak. Beletört a bicskájuk ennek a problémának a megoldásába. Ezzel nincsenek egyedül. A német A Joy-it funkciógenerátor Arbitrary szerkesztője sem működik. Ez a készülék már fel sem telepíthető a számítógépre. A Windows 7 azt üzeni, hogy: „Nem található illesztőprogram. Forduljon az eszköz gyártójához a telepítésével kapcsolatos útmutatásáért.” Megtettem. Ők sem válaszoltak a levelemre. Ezt követően körülnéztem az Interneten. Az Arbitrary funkciógenerátorokra kerestem rá. Közülük legígéretesebbnek a Juntek PSG9080 szignálgenerátor tűnt. Ezzel valószínűleg akadálymentesen lehetne tetszőleges hullámot szerkeszteni. Kipróbálni azonban nem tudom, mert erre sincs pénzem. Mindettől függetlenül a Hantek DSO2D15 típusú készüléke egy nagyon jó oszcilloszkóp. Könnyen kezelhető és olcsó. Funkciógenerátorként is megállja a helyét. A gyárilag beprogramozott hullámok

akadálytalanul használhatók. Tetszőleges hullámok szerkesztésére pedig egy Arbitrary funkciógenerátort kell használni.

A szoliton hullám szerkesztése azonban problémát fog okozni. Visszafelé hajló hullámot ugyanis egyik szerkesztő program sem képes rajzolni. Ez komoly gond, mert a Quoter sine wave és a Soliton wave nagyon fontos szerepet fog betölteni a szubotronikában. Ezek a hullámok képesek a legtöbb többletenergiát, vagy ahogy az ezoterikusok mondják: szabadenergiát előállítani a villamos készülékekben. Tesla is ezt használta. Egy egyenáramú motor kommutátoráról szedte le a negyed szinusz hullámot. Ezzel gerjesztette a több millió Volt feszültséget előállító Tesla tekercset is. Sok gondja volt vele, nehezen tudta beállítani, mert az egyenáramú motorok fordulatszáma nagymértékben függ a tápfeszültség ingadozásától. Frekvenciagenerátort nem tudott készíteni, mert száz évvel ezelőtt még nem voltak félvezetők, sőt még elektroncsövek sem.

A fejlesztés során munkánkat dokumentálni kell. Amennyiben elért eredményeinket publikálni szeretnénk, szükség van szemléltető képekre. A műszerek által mutatott mérési eredmények fotózással, fényképek készítésével dokumentálhatók. A legmeggyőzőbb bizonyíték az oszcilloszkóp által mutatott ábra. Ehhez nincs szükség fényképezőgépre, mert a korszerű oszcilloszkópok mindegyike képes lementeni a monitoron látható ábrát. Ehhez húzzuk ki az USB kábelt a számítógépből, majd helyezük be pendrive-unkat az előlapon található USB csatlakozóba. A képernyőkép lementésének több módja is van. Válasszuk a legegyszerűbbet. Nyomjuk meg az előlapon található **SAVE TO USB** gombot. A képernyőkép PNG formátumban kerül a pendrive-ra. Rákattintva Paint programban jelenik meg. Nincs vele semmi tennivaló, mert nem kell körbevágni, nem kell kicsinyíteni, mert akkora, mint az oszcilloszkóp monitorja. Egyetlen probléma vele a **.png** kiterjesztés. A Microsoft által kitalált PNG formátumú kép semmivel sem jobb, mint az általánosan használt JPEG formátum, csak tízszer annyi helyet foglal. Ezért mielőtt bezárnák a Paint szerkesztőt, mentsük el a képet **.jpg** formátumba.

A GND kivezetéssel ellátott tápegység és 1000 W-os erősítő, valamint az oszcilloszkóp beérkezése után végre folytathattam a fejlesztést, ami némi aggodalommal töltött el. Attól tartottam, hogy az eddigieknél is több akadályt kell leküzdenem. Nem tévedtem. Már az első lépés hatalmas bukással járt volna. Ennek következtében az összes áramköröm, alkatrészem, mérőműszerem tönkremehehetett volna. Mivel nincs pénzem újakat vásárolni, ez a fejlesztés leállítását, végét jelentette volna. Ez a veszély akkor derült ki, amikor az egyik használt cikk piacon olcsón megvásároltam a nagy teljesítményű hangfalat. Gondoltam még a kísérletezés előtt kipróbálom, hogy az agyondicsért kapcsolóüzemű tápegységek valóban olyan jól szólnak. A hangfalat személyesen vettem át, egy idős szakembertől, aki most számolja fel a laboratóriumát. (Elmondása szerint családtagjai közül senkit sem érdekel az elektronika, ezért halála után minden holmiját ki fogják dobni a szemétre.)

Szakmai csevegésünk során megemlítette, hogy sok készüléket tervezett megrendelésre. Erősítőket a hajdani rock zenekaroknak, és mikrohullámú készülékeket. Az egyik fejlesztése során leégett a készüléke és az összes mérőműszere. Nem tudja miért, de én azonnal rájöttem, hogy ennek oka a rezonancia volt. Eltalálta a fejlesztett készülék rezonanciafrekvenciáját, amitől többletelektronok jöttek létre, melyek megnövelték a kapocsfeszültséget. Ez aztán visszatáplálódott a hálózatba, és közben kinyírta az összes közbülső áramkört. Úrrá lett rajtam a pánik, hogy ez velem is meg fog történni, hiszen én nem véletlenszerűen fogom előidézni a rezonanciát, hanem sorozatosan. Mit lehet ez ellen tenni? Hosszas töprengés után rájöttem, hogy azt kell tenni, amit a túlfeszültségvédő elosztókban alkalmaznak. A hálózati árammal sorba kell kötni egy kisméretű olvadó biztosítékot, és a kimenetére párhuzamosan rá kell kötni egy 250 V-os nagy áramú varisztort.

Ha villám csap a villanyóránkba vagy a lakónegyedünkbe telepített nagyfeszültségű transzformátorba, akkor a 16 ezer voltos primer feszültség rákerül a szekunder oldalra, és kiegészíti a környék összes lakásának minden készenléti állapotban tartott készülékét. Ez anyagilag nagyon érzékenyen fog érinteni bennünket, mert a szélsőséges időjárás láttán a biztosítók közölték, hogy csak olyan esetekben fizetnek, ha a készülékeket, túlfeszültségvédő konnektorokról üzemeltettük.²⁴ Ez esetben a 16 ezer Volt

²⁴ Erről kevesen tudnak, emiatt utólag siránkoznak, hogy mekkora kár érte őket. Mellesleg arról sem tudnak, hogy betörés esetén a biztosító csak akkor fizet, ha a bejárati ajtót két biztonsági zár védi. A jelenleg általánosan használt mű-

hatására a 250 V-os varisztor kinyit, és zárlatot idéz elő a konnektorban. Ettől a 16 amperes olvadó biztosíték kiég, és a nagyfeszültség nem jut ki a konnektorból, illetve az elosztóból.²⁵ Nekem is ezt kell tenni. Az erősítő kimenetére rá kell kötni egy nagyáramú varisztort, és mielőtt rákötném az izzólámpára vagy a fűtőspirálra sorba kell köti vele egy olvadó biztosítékot.²⁶

Ez az eljárás nem jelent gondot, de az idegesít, hogy az erősítő elviseli-e a rezonanciafrekvenciás gerjesztést. A rezonancia előidézése valószínűleg nem jelent gondot, de vajon hogyan reagál erre a ± 40 , illetve ± 60 V-al táplált erősítő? Az izzólámpa ugyanis csak akkor fog teljes fénnel égni, ha anynyi szabadelektron keletkezik benne, mint a hálózati táplálásnál. Ez esetben pedig a két fegyverzetén 230 V feszültség keletkezik. Ez vissza fog csatolódnai az erősítőre, ami visszatáplálást hoz létre, amitől tönkre fog menni. Ez ellen csak úgy lehetne védekezni, ha 80 V-os, illetve 150 V-os varisztort raknék a kimenetére, de ettől meg a 230 V-os izzólámpa nem fog begerjedni. A kisfeszültségű varisztorok ugyanis a harmadánál leállítják a gerjesztés folyamatát. Az sem jelent megoldás, ha az erősítő kimenetével sorba kötök egy diódát. A gerjesztés ugyanis pozitív és negatív tartománnyal rendelkező jelalakal történik, és ez esetben a dióda levágja a fél periódust. Ez ellen úgy lehet védekezni, hogy kétüteműen egyenirányított szinus-, vagy négyszög hullámmal kell végezni a gerjesztést.

Sok tehát a kérdés, amitől ez a fejlesztés egyre izgalmasabbá válik. December 28-án végre megékezett az 1000 W-os dual tápegység. Így végre kipróbálhattam az 500 és 1000 W-os erősítőimet. Bemérése után kiderült, hogy a **Tokban 1000W Switching Power Board Dual ± 60 V** nem valódi dual, hanem két single tápegység, sorba kötve.²⁷ A gyártók nem szeretik a lebegő GND-s tápegységeket, mert ha a jel negatív tartománya kisebb, vagy nagyobb, mint a pozitív, akkor a lebegő földpont le-fel vándorol, ami torzítást okoz a rá kapcsolt erősítőben. Két sorba kapcsolt tápegységben ez nem fordulhat elő, mert mindkettőnek saját feszültségstabilizátora van. Ennél a tápegységnél a + és a GND, valamint a – és a GND kivevések között jól terhelhető stabil 60 V-ot mértem. A + és – pólusok között pedig 120 V feszültséget mutatott a műszer.

Ez a tápegység túlmelegedés, túláram és rövidzárlat elleni védelemmel rendelkezik, ezért nehéz tönkretenni. Az erősítők is nagyon szeretik, mert nem négyszög hullámú kapcsolóüzemű, hanem szinuszhullámot alkalmazó LLC rezonáns tápegység. Ráadásul ± 12 V-os segéd feszültséget is szolgáltat, amelyről előerősítő táplálható. A + és – pólusok között mérhető 24 V pedig hűtőventilátor működtetésére alkalmas. Mindent egybevetve ez a 21 000 forintba került tápegység túl jó nekem.²⁸ A fűtőspirálnak teljesen mindegy, hogy közönséges négyszög hullámmal vagy nagyfrekvenciás szinuszhullámmal rezgetik. A fűtőszál nem igényel LLC rezonáns tápegységet.

anyag nyílászárókon azonban csak egy zár van, és senki sem tartja szükségesnek még egy zár felszerelését. Arról is elfeledkeznek, hogy ezek a modern nyílászáró ajtók, ablakok légmentesen zárnak, ami azzal a kellemetlen következménnyel jár, hogy szellőzés hiányában lakásuk bepárasodik, és a falak elkezdnek penészedni.

²⁵ A saját laboratóriumunkba sem árt egy ilyen elosztót beszerezni, mert a mi házunkat is bármikor érheti villámcsapás. Beszerzése körültekintést igényel, mert a webáruházak több tízezer forintos példányokat kínálnak nekünk. Az olcsó elosztók között is vannak jók. Legyünk tekintettel a kábel hosszára is. A legtöbb típust 1,5 méter hosszú kábellel szerelik, ami semmire sem elég. A zárlatvédő elosztót már nem lehet újabb elosztóval meghosszabbítani, mert akkor nem lép működésbe a túlfeszültségvédelem. Ezért hosszú kábellel rendeljük. Ezeknek a követelményeknek leginkább a **Gembird SPG5-C-15 túlfeszültségvédő kapcsolóval 5DIN 4,5 m fekete** elosztó felel meg. Profi kivitelű, és 4,5 méter hosszú kábellel szerelik. Ára: 4100 Ft. Rendelés: **pcland webáruház**. Webcím: https://pcland.hu/gembird-spg5-c-15-tulfeszultsegvedo-kapcsoloval-5din-45m-black-54695?utm_source=arukereso&utm_medium=cpp&utm_campaign=direct_link **A Budapest, XIII., Forgách utca 20.** alatti boltjukban szállítási költség nélkül, személyesen is átvehető. Telefon: +36-1-999-7656

²⁶ A varisztort mindig a védendő készülékre kell kötni, és mögé rakni az olvadó biztosítékot. Ha elé rakjuk, akkor a túlfeszültség kiegészíti a varisztort, majd továbbjutva tönkreteszi az erősítőt, tápegységet. Az olvadó biztosíték csak akkor fog kiégni, amikor az erősítőnk, tápegységünk zárlatossá válik.

²⁷ Cím: https://www.aliexpress.com/item/1005004926511161.html?spm=a2g0o.detail.1000014.53.8df7lHuRIHuR5X&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40000.326746.0&scm_id=1007.40000.326746.0&scm-url=1007.40000.326746.0&pvid=a8d7a807-4426-4731-8e86-215f6a251f7c&t=gps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller,scm-url:1007.40000.326746.0,pvid:a8d7a807-4426-4731-8e86-215f6a251f7c,ttp_buckets:668%232846%238108%23193&pdp_npi=4%40dis%21HUF%2127173.78%2117662.78%21%21%21547.19%21%21%402103244b17013495453093680ee3a5%2112000031046368265%21rec%21HU%212803401475%21 (A nagyobb teljesítmény érdekében ± 80 V-os változatban rendeljük meg.) Ha 1000 W-os sztereó erősítőt akarunk készíteni, ehhez a 2000 W-os, illetve a 3000 W-os változat kell. A ± 80 V-os változatok ára 34 000 Ft, illetve 52 000 Ft.

²⁸ 1 euró jelenleg 380 Ft, és 1 dollár 350 Ft.

Először az **500W IRS2092S HIFI Digital Power Amplifier Board**-ot kötöttem rá. Jól szólt, de nem elég hangosan. Gondoltam keresek a rádión egy erősebb adóállomást. Találtam is egy helyi URH adót, ami olyan térerővel sugárzott, ami tönkretette az 500W-os erősítőt. Túlvezérelte a bemenetet, amitől a végfokozat zárlatos lett. A ventilátor leállt, és az egyik pufferkondenzátor teteje felpúposodott, majd elkezdett füstölni. Ezt az erősítőt vettem dupla áron egy budapesti kereskedőtől. Ez esetben 5500 Ft volt a veszteség. Az AliExpress által kért 2600 forintos árba már nem fért bele a bemeneti túlfeszültségvédelem. Ezt a tápegységet is a túlvezérlés tette tönkre.

Ezt követően elővettem az 1000 W-os audio erősítőt. Az **1000W IRS2092S HIFI Digital Power Amplifier Board** már ránézésre is komoly erősítőnek tűnt.²⁹ Precízen kidolgozott, és beleraktak egy relét, ami a hangszórót védi a tápfeszültség bekapcsolásakor keletkező koppanástól. (Mivel ez egy 1000 W-os erősítő, ettől a koppanástól kirepülhet a hangszóró membránja.) A tápegység kikapcsolásakor keletkező reccsenéstől is védi azáltal, hogy azonnal leválasztja a hangszórót az erősítőről. (A tápegységben és az erősítőben található puffer kondenzátorok még néhány tized másodperig működnek az erősítőt. Eközben a kikapcsolással járó reccsenés eljuthatna a hangszóróra, ami ekkora teljesítménynél már nem használna neki.) Ahhoz hogy ezt megtehesse, figyelnie kell a hálózati feszültséget. Ezért a tápegység Power kapcsolója után megjelenő hálózati feszültséget rá kell kötni az erősítő piros sorkapcsaira. Mivel mi ezt a készüléket nem audio erősítőként használjuk, ezt a sorkapcsot is hagyjuk szabadon.

Kipróbálásakor úgy tűnt, hogy ez a relé a bemeneti túlfeszültség ellen és véd, mert ezt az erősítőt is sikerült túlvezérelni. De ez nem ment tönkre. A relé jól hallható módon lekapcsolt, és megvédte a végfokozatot a túlvezérlés okozta zárlattól. Ezen túlmenően ez az erősítő importált japán MOS tranzisztorok és teljesen digitális chipek felhasználásával készült. Gondos fejlesztése következtében igen kicsi a torzítása. Néhány év után beszáradó elektrolitkondenzátorok helyett szinte örökéletű tantálkondenzátorokat tartalmaz. Gyártója kifejezetten a HiFi rajongóknak ajánlja. Ha vesznek belőle 2 darabot, olyan sztereó erősítőt készíthetnek belőle, ami egy stúdiót vagy egy koncerttermet is képes behangosítani.

A fejlesztői is agyondicsérik ezt a 1000 W-os mono erősítőt. Az importált MOS tranzisztorok és japán digitális chipek tökéletes frekvenciaátvitelt, kis torzítást és stabil teljesítményt eredményeznek. Az évek óta folyó gyártmányfejlesztés és az importált nagyfrekvenciás kondenzátorok lágy hangot és erős basszust biztosítanak. Összességében kiválóan szól. Mindez az árban is megmutatkozik. 13 200 forintot fizettem érte. Ezek láttán ismét felmerült bennem, hogy szükségem van nekem erre? Egy hőszugárzónak nincs szüksége ilyen tökéletes paraméterekre. A fűtőspirált nem érdekli az erősítő frekvenciamenete, sem a lágy hangzása. A hosszú élettartam szempontjából azonban nem haszontalan a tantálkondenzátorok alkalmazása.³⁰ Az áramkör összeállítása során nagyon óvatosan jártam el. Nem csak az erősítőt védtem meg varisztorral és olvadó biztosítókkal, hanem a tápegység és a funkciógenerátor kimenetét is.

A túl jó paraméterek mellett a különálló tápegység és erősítő is növelné a rezonanciafrekvenciás generátor előállítási költségét. Ez a gondolat már korábban is megfogalmazódott bennem, ezért rendeltem az AliExpress webáruházról egy tápegységgel egybeépített 1000 W-os erősítőt. Ez csupán 21 170 forintba került, vagyis annyiba, amennyit a Tokban 1000 W-os dual tápegységért fizettem. A meglehetősen méretes szerelt panel (board) 2024. január elején megérkezett. Több távtartót és csavart is adtak hozzá, hogy a panel ne érjen rá az asztalra, a rajta levő esetleges fémhulladék ne okozzon zárlatot a nyomtatott áramkörön.

²⁹ Cím: https://www.aliexpress.com/item/1005005964608765.html?spm=a2g0o.detail.0.0.5c08y0Kqy0Kq16&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40050.354490.0&scm_id=1007.40050.354490.0&scm-url=1007.40050.354490.0&pvid=ed31c025-67da-458b-ba06-132e115b752f&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller.scm-url:1007.40050.354490.0.pvid:ed31c025-67da-458b-ba06-132e115b752f.tpp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_mpi=4%40dis%21HUF%2123677.33%2114206.29%21%21%21468.87%21%21%402103010c16951537175173158e30e4%2112000035080501841%21rec%21HU%212803401475%21S

³⁰ A számítógépek túlnyomó része azért megy tönkre, mert az olcsó elektrolitkondenzátorok beszáradnak benne. Könnyen javíthatók lennének tantálkondenzátorokra cserélésükkel, de ezzel nem foglalkozik senki. Manapság nem divat a javítás. Ha elromlott egy készülék, eldobják, és vesznek helyette újat. A kiselejtezett elektronikus készülékekből álló szeméthyegyek pedig már az égig érnek.

Különleges szolgáltatásokkal is rendelkezik. Ezek egyike, egy $\pm 15\text{V}$ -os szimmetrikus (dual) tápegység. Teljesítménye nem túl nagy, de ahhoz elegendő, hogy egy AB-osztályú előerősítőt tápláljon. Erre mikrofonok vagy dinamikus hangszedővel rendelkező lemezjátszók használatakor van szükség. A jelenleg általánosan használt kondenzátormikrofonok, illetve a bakelit- és vinyl lemezek hallgatásához használt lemezjátszók 0,1 V-os jele nem képes egy végerősítőt meghajtani. Ehhez előerősítőre van szükség. Az ehhez szükséges tápegységet már nem nekünk kell megkonstruálni, mert készen megkapjuk.

Kipróbálása könnyen ment, mert nem kellett tápvezetékek illesztésével bajlódni. Ennek a típusnak nincsenek különleges paraméterei, de jól szólt. Egyetlen hibája, hogy a hűtőbordára szerelt ventilátora meglehetősen zörög. Ennek oka, hogy nem golyóscsapágyas, hanem oleós siklócsapágyas. Ezen azonban könnyen lehet segíteni. Ki kell húzni a tápkábelét a 24 V-os balance aljzatból. Mellesleg létezik egy ventilátor nélküli változata is. Az **AIYIMA 1000W Mono Amplifier Audio Board** ezen a webcímen rendelhető meg legolcsóbban.³¹

Sajnos a tápegységgel egybeépített 1000 W-os erősítő sem vitt engem közelebb a céloomhoz. A rezonanciafrekvenciás gerjesztés elérése érdekében rákötöttem a bemenetükre a folyamatosan hangolható Joy-it szignálgenerátort. Az összes hullámformánál különböző hangszínezetű bűgő hangot adtak. Nem mentek tönkre, mert itt az amplitúdót nem növeltem 1,5 V fölé. A baj nem ez volt, hanem az erősítő alacsony kimenő feszültsége, és a terhelés magas belső ellenállása.

Először egy varrógép 230 V-os és 7 W-os izzólámpáját kötöttem a hangszórókimenetre. Aztán 100 Hz-től 1 MHz-ig végigsöpörtem rajta a főbb hullámokat. Utána a villanytűzhely 230 V-os és 25 W-os lámpájával próbálkoztam. Még egy gyenge parázfényt sem láttam. Ezt követték a 60 W-os és 100 W-os izzólámpák. A felvillanás itt is elmaradt. Ekkor megmértem a lámpák belső ellenállását. A varrógépé 500 Ω , a tűzhelyé 226 Ω , a 60 W-os és 100 W-os izzólámpáké pedig 60 Ω , illetve 35 Ω volt. Az audio erősítőket azonban nem ilyen impedanciákra tervezik. A prospektus azt írja, hogy 4 Ω -os hangszórót rákapcsolva adják le az 1000 W-ot. 8 Ω -os hangszórónál a kimenő teljesítményük 500 W-ra csökken. Ebből következik, hogy az izzólámpák meglehetősen magas belső ellenállására már alig jut néhány watt teljesítmény. Ez pedig még halványan felvillantani sem képes az izzószálukat. Ez egy újabb fiaskó. Fél éve szenvedek ezzel a fejlesztéssel, de semmeddig sem jutottam vele.

Ebből a tarthatatlan helyzetből csak egy módon lehet kijutni. Le kell választani a terhelő áramkört a tápáramkőről. Ennek egyik módja az optocsatoló. De több kilowattos optocsatolót sehol sem gyártanak. Ha gyártanának is megfizethetetlenül drága lenne. A másik megoldás a transzformátor. Mivel itt nagyfrekvenciás gerjesztést alkalmazunk, csak ferrit transzformátor jöhet szóba. A szórt mágneses tér minimalizálása érdekében toroid alakú ferrit magot (gyűrűt) célszerű használni. Felkerestem a helyi alkatrészboltot, ahol közölték velem, hogy sem ferrit vasmagot, sem zománczott rézhuzalt nem forgalmaznak. Mivel minden számítógép tápegységében ilyen transzformátorokat használnak, támadt egy ötletem. Bementem az egyik számítógép szervizbe, és megkérdeztem, hogy van-e tönkrement számítógép tápegységük. Azt mondták, hogy az nincs, de van egy rossz szünetmentes tápegységük. Nekem az is jó. Mivel E-hulladéknak számított, ingyen odaadták.

Otthon szétszedtem, és 2 nagyobb és több kisebb zavarszűrő ferritgyűrűt is találtam benne. A nagyobbak jók lennének transzformátornak, de nincs mivel megtekercselni őket. Körülnéztem a kínai webáruházban. Rengeteg fajtát forgalmaznak, de újabban két hónapos szállítási határidőt adnak meg. Nem tudok március elejéig várni. Az Interneten böngészve rátaláltam az amerikai TEMU webáruházra³², amely most akciósan, fél áron adja a zománchuzalait. Szállítási költséget sem kell fizetni. Megrendeltem 9 fajtát, 0,1 mm-től 1,2 mm átmérőig. Ráadásul csupán 2 hetes szállítási határidőt váltaltak. (Ők nem teherhajóval, hanem repülőgépen szállítanak Európába.)

³¹ https://www.aliexpress.com/item/1005004821442332.html?spm=a2g0o.productlist.main.1.12c42f1cfpoMcu&algo_pvid=84515de0-92cd-4c20-a707-939df2a56f7c&algo_exp_id=84515de0-92cd-4c20-a707-939df2a56f7c-0&pdp_npi=4%40dis%21HUF%2129041.81%2120908.97%21%21%2181.81%21%21%402103249617047143318017473e9c0d%212000030615017549%21sea%21HU%212803401475%21&curPageLogUid=WqF1OJMrhCUH&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A

³² Webcím: <https://www temu.com/>

A tekercselés módja azonban sok fejtörést okozott. Mivel ilyen készüléket még soha, senki nem készített, a lemezelte trafókkal ellentétben ehhez nincsenek méretezési szabályok, képletek. Csak próbálgatással lehet megállapítani az optimális menetszámot és huzalátmérőt. Csak a kiindulási paraméter biztos. A primer tekercs ellenállásának $4\ \Omega$ -nak kell lennie. A huzalátmérőt pedig úgy kell megválasztani, hogy a tekercs elférjen a ferritgyűrű egyik felén. A szekunder tekercs menetszámát azonban nem tudtam ilyen határozottan megállapítani. Mekkora feszültségre transzformáljam fel a primer tekercs energiáját? 230 V-ra, vagy kisebb feszültségen is beindul a rezonanciafrekvenciás gerjesztés? Félő, hogy a 26 mm külső átmérőjű ferritgyűrűk túl kicsik lesznek ehhez.

A transzformátoros leválasztás remélhetőleg megszabadít a legnagyobb félelmetől a feszültségvisszatolatástól. Ha ez megtörténik, leégeti az összes műszeremet és alkatrészemet. Korábban a katódsugárcsőves színes tévékben 45 000 V-ot használtak a képcső gerjesztésére. Ez sem csatolódtott vissza. Nem tette tönkre a kép- és hangfeldolgozó integrált áramköröket. A sorkimenő trafón néhány menetes vastag zománcozott rézhuzal alkotta a primer tekercset. A szekunder tekercset hajszálvékony huzalból tekercselték, és műgyantába ágyazták, hogy ne essen szét. Aztán fémkalitkába zárták, hogy ne okozzon halálos áramütést.

Január 12-én érkezett egy levél a TEMU-tól, hogy a rendelésemet átadták a Magyar Postának kiszállításra. 13-án leküldték a lakóhelyem szerinti postahivatalba, ahonnan a postás házhoz szállította. Január 15-én megérkeztek a kis 60 W-os erősítők is. Sérülékenységükre tekintettel mindjárt 2 darabot rendeltem belőlük. Azért rendeltem meg őket újra, mert kíváncsi vagyok rá, hogy képesek-e legalább egy izzólámpát rezonanciába hozni. Az is felkeltette az érdeklődésemet, hogy amíg az 500 és 1000 W-os erősítők átviteli frekvenciája 20 Hz és 20 kHz között van, ennek az integrált erősítőnek a felső határfrekvenciája 88 kHz. Ha a hőszugárcső spirálja 20 kHz felett jön rezgésbe, akkor ez erősítő még jól jöhet. Nem kevésbé érdekelt, hogy ennek az erősítőnek a kimenő impedanciája a több száz wattos erősítőkkel ellentétben nem 4 és 8, hanem 2 és 6 Ω között van. Ez azt jelenti, hogy fele annyi rézhuzal kell a primer tekercshez, vagy duplájára lehet növelni a huzal átmérőjét, ami fokozza a ferritgyűrű gerjesztését. Még aznap kipróbáltam az egyiket, és rögtön ki is nyírtam. Nem emlékeztem rá jól, hogy mekkora tápfeszültséget igényel, és 24 V helyett 42 V-ot kapcsoltam rá. Erre az integrált erősítő elkezdett füstölni, és kipukkadt a teteje. Ez is tönkrement. A másik erősítő kipróbálásánál már minden részletre nagyon ügyeltem, ezért ez még működik.

Másnap elkezdhettem a két ferritgyűrű tekercselését, ami nagyon keserves volt. Kis méretük miatt csak vékony rézhuzalt használhattam hozzájuk, ami növelte a szakadásveszélyt. A 4 Ω -os primer tekercshez 8 méter 0,2 mm átmérőjű huzalra volt szükség. Ennek feltekercselése meglehetősen fárasztó tevékenység volt. Minden egyes menetnél át kellett húzni a 8 méternyi vezetékét a gyűrűn. Már az első menetnél kiderült, hogy ez nem csak fárasztó, hanem lehetetlen. A 8 méternyi vékony vezeték ugyanis több helyen is összegubancolódt. Ezért készítettem egy mini orsót. A hurkapálcika (kb. 3 mm átmérőjű farúd) végéből levágtam egy 4 cm hosszú darabot. A két végére szorosan rátekertem 0,5 cm széles szigetelő szalagot 3 mm vastagságban, hogy a szélső menetek ne csússzanak le róla, és az így kialakított orsóra rátekertem a méterenként kimért zománcozott rézhuzalt.³³ Ezt követően már nem kellett több méternyi huzalt átfűzni a ferritgyűrűn. Csak ezt a kis orsót kellett át-dugdosni a gyűrű közepén minden egyes menet feltekercselésénél. (A transzformátorüzemekben a tekercselést célgépek végzik ennél jóval egyszerűbb módon.)

A primer tekercs elkészülte után komoly gondot okozott a túloldali szekunder tekercs kialakítása. Hány menetet tekercseljek rá, és milyen vastag huzalból? Szakirodalom híján nincs más lehetőség, mint a próbálgatás. Lehet, hogy a rezonanciafrekvenciás gerjesztés megindításához nagy teljesítményre lesz szükség. Ehhez viszont vastagabb huzal kell. Ez viszont nem fér el, a kis 26 mm átmérőjű ferritgyűrűkön. A kereskedők a toroid magok minőségét, maximális mágnesezési frekvenciáját sem mindig adják meg. Ezért 6 fajta 50-60 mm külső átmérőjű ferritgyűrűt rendeltem az AliExpress-től. Volt köztük vasporból préselt olcsóbb, és MnZn ötvözetű, nagyfrekvenciás változat is. (A lemezelte vasmag itt nem alkalmazható, mert 150 Hz-en telítődik.) A kapcsolóüzemű transzformátorokhoz

³³ Az egyes meneteket nem kell egymás mellé tekercselni, da arra ügyeljünk, hogy egyenletesen csévéljünk. Ha az egyik végén felpúposodik a rézhuzal, a vékonyabb végéből való letekercselésnél a feltorlódt menetek rádőlnek a le-gombolyított huzalra, amitől össze fog az egész gubancolódni.

nagyfrekvenciájú ferrit vasmagra van szükség. A ferrit vasmagok határfrekvenciája max. 1 MHz. Ez nekünk megfelel, mert a rezonanciafrekvenciás generátort várhatóan néhány száz kHz-en fogjuk üzemeltetni. A szórt mágneses tér minimalizálása érdekében toroid alakú vasmagot kell alkalmazni. Legnagyobb választékban és legolcsóbban az AliExpress webáruházban rendelhetők meg.

Két fő típust forgalmaznak. Az egyik az alacsony permeabilitású vas ferrit toroid gyűrű. (Vaspor magnak is nevezik.) Előnye, hogy olcsó. Hátránya, hogy határfrekvenciája max. 20 kHz, ami nekünk kevés. Főleg zajszűrő áramkörökben használják, rádiófrekvenciás gerjedések megakadályozására. Megtekercselve Induktor néven forgalmazzák. A másik a mangán-cink ferrit toroid gyűrű. Előnye a magas, legalább 300 kHz-es határfrekvenciája. (Kapcsolóüzemű tápegységekben is ezt használják transzformátorként.) Hátránya, hogy ötször annyiba kerül, mint a porkohászati módszerrel vasporból és kerámiaporból préselt ferritgyűrű. (Ára mérettől függően több ezer forint is lehet.)

Mivel a TEMU raktárkiseprő akciója nem tart örökké, a zománcozott rézhuzalt is az AliExpress webáruházból érdemes beszerezni. 0,1-től 5 mm átmérőig forgalmazzák, 50 grammos tekercsben. Legolcsóbban itt rendelhető meg.³⁴ Sorozatgyártás esetén fontoljuk meg a poliuretán szigetelésű rézhuzal használatát. Ez a vastag szigetelés kizárja a menetzárlatot, és tekercselni is könnyebb. A párás levegő, a nedves környezet sem tesz kárt benne.³⁵ Az AliExpress ezekre a termékekre is 2 hónapos szállítási határidőt igazolt vissza. Ilyen tempóban haladva sosem ér véget ez a fejlesztés.

A primer tekercs elkészülte után nagy dilemmában voltam. Hogyan készítem el a szekunder tekercset? Fémes vezetőkben mi váltja ki a rezonanciafrekvenciát? A nagy áram, vagy a nagy feszültség? Mivel vastag huzalt könnyebb tekercselni, az 1,2 mm átmérőjű rézhuzalt használtam először. Kezdetben annyi menetet raktam rá, hogy a ferritgyűrű szemközti oldalát befedje. Csupán 10 menet fért rá. Aztán a primer tekercset rákötöttem a tápegységgel kiegészített erősítő hangszóró kimenetére. A transzformátoros terhelés nem tette tönkre. A gerjesztő frekvenciát beállítottam 100 Hz-re és rámértem a szekunder tekercsre. Az eredmény nagyon lehangoló volt. A műszer 0,1 V-ot mutatott. Ez kis feszültség még a 2,5 V-os zseblámpaizzó sem tudta izzásba hozni. Nem folytattam tovább a tekercselést. Még egy sor huzalt elfért volna az előző tetejére, de minek? A 0,2 V-al sem megyek semmire. Egyértelmű, hogy a rezonanciafrekvenciás gerjesztéshez nagy feszültség kell.

Ugyanaz a helyzet, mint a Newman által feltalált villanymotornál. A fizika jelenlegi tanítása szerint a villamos energiaforrás pólusain felhalmozódó eltérő elektromos töltések keltik a feszültséget, ami elektronáramlást vált ki a rákapcsolt terhelésben. A vezeték két végén fellépő feszültség hozza létre az elektromos teret, a vezetékben folyó áram pedig a mágneses teret. A feszültség és az áramerősség határozzák meg a térerőt. Ez nem igaz. Nem az áramerősség hozza létre a térerőt, hanem a feszültség. A gerjesztés során fellépő áram csupán kényszerű kísérője a mágneses gerjesztésnek. Csak hálózati gerjesztő feszültség esetén válik elengedhetetlen kísérővé. A hálózati feszültség kötött értéke (220V, 380V) miatt csak úgy tudnak erősebb motort előállítani, hogy vastagabb huzalból tekercselik, vagyis több áramot folytatnak át a motoron.

Ezt a kényszer szülte helyzetet szüntette meg az amerikai feltaláló. Úgy igyekezett lecsökkenteni a gerjesztő tekercsen átfolyó áramot, hogy hajszálvékony rézhuzalból tekercselte a motorját, és nagyfeszültséggel gerjesztette. Így alig folyt rajta áram. Igen alacsony volt a fogyasztása. Ennek ellenére semmivel sem volt gyengébb, mint a hasonló méretű hagyományos villanymotorok. Mivel

³⁴ https://www.aliexpress.com/item/1005006345160960.html?spm=a2g0o.productlist.main.27.778b2853FQug9L&algo_pvid=5ba9f30a-bb2e-43a2-a2d9-aa7497b35a17&aem_p4p_detail=202401201400353777368983737600003145134&algo_exp_id=5ba9f30a-bb2e-43a2-a2d9-aa7497b35a17-13&pdp_npi=4%40dis%21HUF%211540.38%21816.26%21%2130.76%2116.30%21%40210324f117057880350077926ed27c%2112000036834765606%21sea%21HU%212803401475%21&curPageLogUid=4wiAVamYuz7M&utparam-url=scene%3Asearch%7Cquery_from%3A&search_p4p_id=202401201400353777368983737600003145134_14

³⁵ https://www.aliexpress.com/item/33023568022.html?spm=a2g0o.detail.0.0.1c05nqEsnqEsAw&gps-id=pcDetailTopMoreOtherSeller&scm=1007.40000.327270.0&scm_id=1007.40000.327270.0&scm-url=1007.40000.327270.0&pvid=696f6e74-3adb-47e1-9cfb-cea64687e8fd&t=gps-id:pcDetailTopMoreOtherSeller,scm-url:1007.40000.327270.0,pvid:696f6e74-3adb-47e1-9cfb-cea64687e8fd,ttp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_npi=4%40dis%21HUF%212243.02%212131.94%21%21%216.26%215.95%21%402101fb1317055795978401092ec888%2110000013692354818%21rec%21HU%212803401475%21&utparam-url=scene%3ApcDetailTopMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A

találmánya szabadenergia-előállító készüléknek számított, a tudós társadalom felhördült. A feltalálót félreállították, és találmányát sosem alkalmazták.

Ez a helyzet ismerős. Velem is ezt csinálják már évtizedek óta. Ez azonban nem vette el a munkakedvemet. Most sem adom fel a küzdelmet, aztán lesz, ami lesz. A kiút egyértelmű volt. A több menethez, a nagyobb tekercshez nagyobb toroid ferrit vasmag kell. Az AliExpress azonban február-ra ígérte a szállítást. Addig mit csináljak? Arra gondoltam, hogy a régi, tönkrement katódsugárcsöves monitoromból kiszerelem a sortrafót, vagy más néven sorkimenő trafót. A színes televíziók és monitorok sortrafójának szekunder feszültség 45 000 V. A primer tekercset 4 Ω ellenállásúra cserélem, aztán ezzel próbálkozom tovább. Itt biztosan nem lesz probléma, hogy alacsony a gerjesztő feszültség. A túlgerjesztéstől valószínűleg sorra mennek tönkre a villanykörték.

Erre azonban nem került sor, mert az AliExpress másnap vártalanul leszállította a Choice áruház nagyméretű, 2300 forintos ferrit gyűrűjét. Ez az 50 mm külső átmérőjű és 20 mm vastag toroid vasmag magas minőségű ugyan, de vaspor ferrit, ami 20 kHz felett már telítődik. Mivel nem tudom, hogy mekkora a fűtőspirálok rezonanciafrekvenciája, lehet, hogy ez is megfelel erre a célra. A nagyobb méret miatt a primer tekercset 0,3 mm átmérőjű,

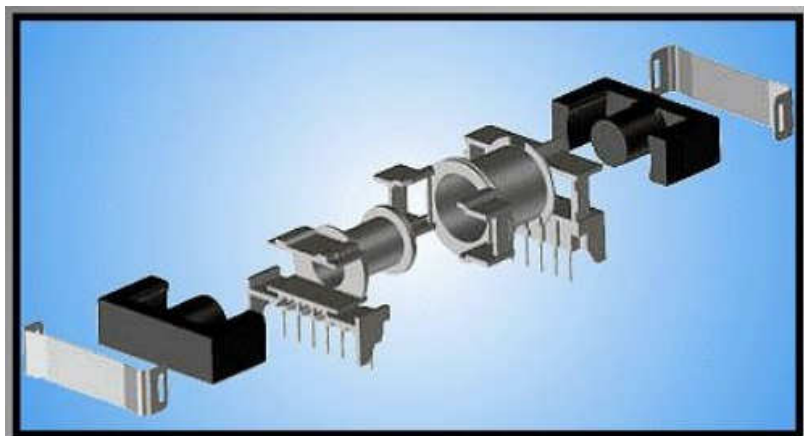


míg a szekunder tekercset 0,2 mm átmérőjű zománcozott huzalból tekercseltem. Mivel a 30 mm belső átmérő nagyobb tekercselési szabadságot adott, most az orsót egy 4 mm átmérőjű farúdból vágtam le. (A barkácsboltokban különböző átmérőjű pálcikákat árulnak. Fűrészeljünk le belőle 6 centiméternyi darabot.)

A nagyobb méretű ferritgyűrűkhöz ideális megoldás, ha műanyag orsót használunk. Ilyet több méretben is találhatunk a webáruházakban. A mellékelt képen fából esztergált orsó látható. Rendelési cím³⁶. A kisebb méretű ferritgyűrűknél próbálkozzunk ezzel a 12 mm átmérőjű és 50 mm hosszú faorsóval³⁷. A másik megoldás,

hogy az előbbi faorsó két végét a gyártóval leesztergáltatjuk 12 mm átmérőjűre. Ha ez nem megy, keressünk egy gépműhelyt, ahol percek alatt leesztergálják nekünk. A műanyag orsót az eBay webáruházban rendelhetjük meg. Cím: <https://www.ebay.com/itm/134699552428> A könnyebb felcsévélés érdekében dugjunk a belső üregbe egy farudat (pl. egy ecset szárát). Így könnyebb lesz kézben tartani az orsót.

Ennek a nehéz és időrabló tekercselési módnak az elkerülésére használhatunk E formájú ferrit vasmagot is. Mint a mellékelt képen látható, itt a belső mag rúd alakú. Ezáltal a transzformátorba dob alakú csévetestet lehet behelyezni. Ez a csévetest gyorsan és precízen tekercselhető. Helyezzük be egy kézi tekercselő készülékbe, és az alá helyezett dobról akadálytalanul rátekercselhető több méternyi rézhuzal is. Ennél a transzformátor típusnál a primer csévetestet a szekunder csévetestbe kell becsúsztatni. Ebben az elrendezésben kizárt a primer és szekunder tekercsek közötti átütés.³⁸



³⁶ https://www.etsy.com/listing/787884782/vintage-yarn-reel-vintage-bobbin-sewing?ga_order=most_relevant&ga_search_type=all&ga_view_type=gallery&ga_search_query=small+plastic+spools&ref=sr_gallery-1-34&organic_search_click=1&variation=1412930583

³⁷ https://www.etsy.com/listing/1462329451/12-x-2-inches-wooden-spools?ga_order=most_relevant&ga_search_type=all&ga_view_type=gallery&ga_search_query=small+plastic+spools&ref=sr_gallery-2-35&sts=1&organic_search_click=1

³⁸ <https://www.hqelektronika.hu/hu/ferrit-tdt-vasmag-3f3-fer-tdt29-3f3>

Ha az alacsonyabb szórt mágneses tér érdekében megmaradunk a toroid alakú vasmag mellett, akkor a transzformátor elkészülte után a primer és szekunder tekercsek két-két végét egy csepp epoxigyantával rögzítsük a ferritmaghoz, hogy ne csússzanak szét. Jobb híján a transzformátor textiltakelít alaplaphoz rögzítését is epoxigyantával oldjuk meg. A gyűrű aljára fent és lent, valamint a két oldalon cseppentsünk egy-egy csepp ragasztót, és nyomjuk az alaplemezhez. A primer és a szekunder tekercsek közötti áthúzás megakadályozása érdekében ragasszunk közéjük egy 2 mm vastag textiltakelít lemezből vágott csíkot. A transzformátor közepébe ragasztott szigetelő lemez legalább olyan széles legyen, mint a transzformátor vastagsága. (A kétkomponensű epoxigyanta is az AliExpress webáruházban rendelhető meg legolcsóbban. Nálunk legismertebb kétkomponensű ragasztógyanta az Epokitt. Minden barkácsboltban kapható, 210 grammos kiszerelesben. Száradási ideje 2 nap.)

Léteznek ugyan ipari kivitelű rögzítő megoldások is, de ezek mágnesezhető vaslemezéből készülnek, és meglehetősen drágák. Az egyik egy tölcser alakú lemez, ami besüpped a ferritgyűrű közepébe. A közepén levő lyukba illesztett csavarral lehet az alaplaphoz rögzíteni. Ez az acéllemez azonban mágneses energiát von el a transzformátorból, ami gyengíti a hatásfokát. A legjobb megoldás az lenne, ha ez a lemez hőre keményedő bakelitből készülné, és a széle rálógna a transzformátor oldalára is. Ez sapka nem csak rögzítené, hanem rázkódásállóvá is tenné a transzformátort. Bakelit sapka alkalmazása esetén a két tekercs közötti szigetelő csíkot a sapkában kell kialakítani, fröccsöntéssel. (Nagy feszültségkülönbség esetén elengedhetetlen a két tekercs közti szigetelés.)

Kisebbségi szériában történő gyártás esetén ne méterre, hanem kilóra vásároljunk zománcozott rézhuzalt, mert így olcsóbb. A **Zotec.hu** magyar webáruháznál a dupla lakkozású 0,2 mm átmérőjű tekercselőhuzal 8550 forintba kerül, 1 kilogrammos kiszerelesben. Az orsón 3553 méter huzal van, és poliészter-Imid alapú lakkszigeteléssel, valamint poliamid-Imid külső bevonattal rendelkezik. Jellemző rá a jó mechanikai terhelhetőség, és rendkívül széles hőmérsékleti tartományban használható. 200 °C-ig hőálló, ami számunkra igen előnyös, mert a rezonanciafrekvenciás generátort a hősugárzó közelébe, vagy a háta mögé fogják elhelyezni. Futószalagszerű gyártás esetén nagy mennyiségben a kínaiak szállítanak legolcsóbban. A Shenke cég által gyártott zománcozott rézhuzalok szintén kétrétegű bevonattal vannak ellátva. Poliuretánnal és nejlonnal szigeteltek. Alapanyaguk puha réz, ezért könnyen tekercselhetők. Hőállóságuk szintén 200 °C. Honlap: <http://hu.shenke-gr.com/enamelled-wire/enamelled-copper-wire.htm> (Ha nem indul el, be kell másolni a böngésző címsorába.) Árajánlatkérés: info@zhejiangshenke.com Tel: +8615168788857

Először a kék epoxigyantával bevont MKH106 típusú kisméretű toroid transzformátort próbáltam ki. A tekercselése nagyon lassan haladt. A 26 mm külső átmérőjű ferritgyűrűre még a kis orsóval is nehezen tudtam feltekerni a 0,1 mm átmérőjű huzalt. A hajszálvékony drót négyszer is összecsomósodott, és idegtépő volt a kigubancolása. A TEMU által szállított összes huzalt, 50 métert rátekercseltem. Meg is lett az eredménye. Ezzel már működött az erősítő. Először a varrógép 230 V-os és 7 W-os izzólámpájával próbálkoztam. A funkciógenerátor amplitúdóját csupán 0,5 V-ra állítottam. Aztán elkezdtem szinuszhullámmal gerjeszteni, miközben mértem a lámpára kapcsolt feszültséget. 3 kHz-nél volt egy megugrás. Valószínűleg ez volt az izzószál rezonanciafrekvenciája. A kis toroid transzformátor azonban nem tudott akkora teljesítményt szolgáltatni, ami kigyújtotta volna a lámpát.

Mentem feljebb. Meglepetésemre 12 kHz-nél elkezdett a lámpa világítani. 17 kHz-nél már teljes fényerővel világított. Tovább növelve a frekvenciát 20 kHz-nél hirtelen kialudt. Nem az izzószál égett el, hanem az erősítő túlfeszültség védő reléje lekapcsolta a végfokozatot. Ezzel megvédte a tápegységgel egybeépített 1000 W-os erősítőt a tönkremeneteltől. A feszültségmérő azt mutatta, hogy a lámpára került feszültség meghaladta a 400 V-ot. (A prospektus szerint az erősítő 500 V-nál kapcsol le. Ekkor a kis piros LED is kialszik.) Szerencsére a 7 W-os izzólámpa sem ment tönkre, kibírta ezt a rövid ideig tartó túlgerjesztést.

Ezt követően az erősítő kímélése érdekében a trafó szekunder kimenetére rákötöttem egy 300 V-os varisztort, és utána raktam egy 250 mA-es olvadó biztosítékot. Itt is volt egy buktató. Kiderült, hogy a varisztorok nem a gyártók által feltüntetett feszültségértéken nyílnak ki, és hoznak létre zárlatot az áramkörben, hanem ennek az értéknek a kétszeresén. Hogy ennek mi az oka, nem tudom. Ezt tapasztalva egy 150 V-os varisztort tettem az áramkörbe, ami 300 V-on jött működésbe. Nem mindegy a

varisztor mérete sem. Nagyáramút kell használni. Minél nagyobb, minél vastkosabb a varisztor, annál nagyobb a valószínűsége, hogy zárlat esetén nem megy tönkre, tovább használható. Csak az olvadó biztosítékot kell cserélni.

Ez a működési mód meglehetősen rossz érzéssel töltött el engem. Rezonanciafrekvencia sehol, a lámpa azért égett, mert 12 kHz felett már annyira szapora volt a gerjesztő frekvencia, ami elérte az 50 Hz-es hálózati áram teljesítményét. (Az impulzusok száma nőtt, és a köztük levő szünetidő csökkent.) Ha már működésbe jött az erősítő, gondoltam kimérem, hogy a funkciógenerátor által szolgáltatott különböző hullámformák milyen hatásokkal gerjesztik az erősítőt, valamint a toroid trafót és az izzólámpát. A szinuszhullámmal történt gerjesztést tekintettem 100%-nak. Ehhez képest a fűrészhullám (Triangle) alig valamivel maradt el mögötte. Ugyanígy világított a lámpa a felfelé menő és lefelé menő lépcső (Pos-Ladder és Neg-Ladder) hullámoknál. Nem sokkal maradt el mögöttük az emelkedő logaritmushullám (Exp-Rise). A hanyatló logaritmushullám azonban csak 50% fényességet produkált. (Ennek oka, hogy a leszálló ágban a szabadelektronoknak van elég idejük a rekombinálódásra.) Hasonló okok miatt nem jeleskedett az együteműen egyenirányított szinuszhullám (fél-szinus hullám). Ezt már csak a Sinc, vagyis a zajból kiemelkedő impulzushullám múlta alul. A hozzá hasonló Lorenz hullám azonban meglepetést okozott. Vele ugyanolyan fényesen világított a lámpa, mint szinuszhullámmal.

Meglepően viselkedett a kétüteműen egyenirányított szinuszhullám is. Nem az általa kiváltott fényességével, mert ez csak 80%-a volt a szinuszhullám által keltett fénynek. Ennél a hullámnál a gerjesztési frekvencia megfeleződött. Már 8 kHz-en elkezdett gerjedni a lámpa. Valószínűleg ezt fogja tenni a negyed-szinus (Quarter sine) hullámnál is, ha sikerül Arbitrary hullámként kiszervezni. A Multi-Tone, vagyis az audióerősítők hulláma viszont alig gyakorolt hatást a lámpára, pedig hasonlít a Lorenz hullámra, csak a csúcsok ritkábban lépnek fel. A leghatékonyabbnak a négyszöghullám (Square) bizonyult. Kb. 20%-kal erősebben gerjesztette az izzólámpát, mint a szinuszhullám. (Nem véletlenül használják ezt a hullámot a kapcsolóüzemű tápegységekben.) Hasonlóan intenzív volt a CMOS hullám. (Ez nem más, mint a t-időtengely fölé emelt négyszöghullám.) A legrosszabbul a zajhullám teljesített. Ez nagy csalódást okozott nekem. Azt hittem, hogy ez az éterzajt utánozza. Alig pislákolott tőle a lámpa. Alaposabban szemügyre véve azonban ez a hullám nagyon széles frekvenciaspektrumú. Az amplitúdója is folyton változó. Az alacsony frekvenciájú és kis amplitúdójú hullámrészek kiesnek ebből a fajta gerjesztésből, a maradék pedig szinte semmire sem képes.

Végül nézzük meg, hogy változik-e a legjobban teljesítő négyszöghullám hatékonysága a Duty, vagyis a kitöltés változtatásával. Alapbeállításban a Duty 50-50%, vagyis akkora az impulzus szélessége, mint a szünetjelé. Növelése vagy csökkentése esetén folyamatosan csökken a lámpa fényereje. 99% és 1% esetén pedig kialszik. Legfényesebben 50-50% kitöltéssel világít. Kíváncsi lennék rá, hogy milyen hatást vált ki a Tesla által használt Quarter sine hullám, ami egy szinus hullám és egy négyszöghullám ötvöze. Frekvenciája azonban ezek kétszerese. A Legizgalmasabb azonban a Szoliton hullám lenne, ha valamelyik szignálgenerátor-gyártó lépés lenne behelyezni a fő hullámok közé, vagy lehetővé tenné Arbitrary hullámként való szerkesztését.

Az 50 mm külső átmérőjű ferrittranszformátor kipróbálása sem nyugtatott meg. Lényegében ugyanúgy viselkedett, mint a kisebb ferritgyűrű. Pedig a méretéhez képest nagyobb teljesítményt vártam tőle. Lomhasága feltehetően annak tudható be, hogy ez vaspör ferrit, melynek határfrekvenciája közel áll az általam vizsgált frekvenciákhoz. Ez csak akkor derül ki, ha beérkezik a 65 mm átmérőjű MnZn ötvözetű ferritgyűrű, amit még nem tudom mivel fogom megtekercselni, mert elfogyott az összes vékony, zománczott vörösréz huzalom.

Az 50 mm-es ferrittranszformátor a különböző hullámokra is ugyanúgy reagált, mint a 26 mm-es változat. Mivel ez a transzformátor kétszer akkora volt, mint az előző, gondoltam nagyobb teljesítményű izzólámpát is fel tud villantani. Először a villanytűzhely 25 W-os lámpájával próbálkoztam. Csak fele annyira világított, mint a varrógép lámpája. Erre elkezdtem növelni a funkciógenerátor amplitúdóját a javasolt 1,5 V-ig. Itt már fényesen égett. Ezt követte a 60 W-os, majd a 100 W-os izzólámpa. Ezek már csak fél fényel égtek. Ekkor tovább növeltem a szignálgenerátor által kiadott jel amplitúdóját 3 V-ra. Ezt is kibírta az erősítő.

A toroid transzformátor primer tekercse azonban túlmelegedett, és elkezdett füstölni. Na most mit csináljak. A primer tekercs áramát csak úgy tudom csökkenteni, ha megnövelem a szekunder tekercs menetszámát. Ennél több huzal azonban már nem férne rá. Erre kiiktattam a transzformátort, és az erősítő hangszóró kimenetét galvanikusan rákötöttem a 100 W-os izzólámpára. A lámpa 16 kHz-en teljes fénnel világított, és az erősítő nem ment tönkre. Ezt követően párhuzamosan kötöttem 5 db 100 W-os izzólámpát. Ezek is teljes fénnel égtek. Az erősítő az 500 W-os terhelést is kibírta. Így nyilvánvaló vált, hogy nem kell ide toroid transzformátor, a kapcsolóüzemű gerjesztés anélkül is megy.

Az izzólámpák tesztelése után arra gondoltam, ki kellene próbálni, hogy a különböző elektronikus készülékek hogyan reagálnak a nagyfrekvenciás táplálásra. Nagyon érdekesen viselkedtek. A 3 W-os LED lámpa 10 kHz-es gerjesztéssel már 120 V-os kapocsfeszültséggel úgy világított, mint az 50 Hz–230 V-os feszültséggel. A LED-ek szeretik a nagyfrekvenciás gerjesztést. A közelben levő rádió azonban nem szerette. Rettenetesen gerjedt tőle. Az 1 W-os irányfény jelző LED már 1 kHz-el gerjesztve is úgy égett, mint hálózati feszültségre kapcsolva. A frekvenciát 2-3 kHz-re emelve olyan fényesen égett, mint az előző 3 W-ot fogyasztó LED lámpa, majd egy durranással kiégett.

Ezt követte a híradástechnikai készülékek tápegysége. Egy lineáris tápegységről üzemelő asztali rádióra hálózati kábelére kötöttem rá az erősítőt. Először az 50 Hz-re beállított szinuszhullámmal próbálkoztam. Meg sem mukkant. Elkezdtem növelni a frekvenciát. 15 kHz-nél hirtelen megszólalt. Ekkor 230 V volt a villásdugója kapcsain. Hallgatni azonban nem lehetett, mert annyira zajos volt, hogy az összes adóállomás hangját elnyomta. Ez nagy meglepetés volt. A szakirodalom szerint a lemezes transzformátorok 150 Hz felett telítődnek. Akkor hogy tudott ez a tápegység 15 kHz-en életre kelni?

Azt is kipróbáltam, hogy a kapcsolóüzemű tápegységek hogyan reagálnak a nagyfrekvenciás táplálásra. Az előző számítógépemből kimentett tápegységet használtam erre a célra. Az 5 V-os kimenetére rákötöttem egy másik feszültségmérőt. Bekapcsolása után az 5 V-os kimenetre kötött feszültségmérő kijelzője összevissza ugrott 1 és 4 V között. Most is 50 Hz-es szinuszhullámmal kezdtem a tesztelést. A frekvenciát növelve 16 kHz-en elértem a 230 V-os tápfeszültséget, amit a másik feszültségmérő mért. Az 5 V-os kimeneten levő feszültségmérő itt is tovább ugrott. Úgy tűnik, hogy a kapcsolóüzemű tápegység nem tud mit kezdeni a nagyfrekvenciás tápárammal. Ettől teljesen összezavarodik. Szerencsére ez a vizsgálat nem ártott neki. Visszadugva a hálózatra ismét tökéletesen működött.

Legizgalmasabbnak a villanymotoros teszt ígérkezett. Vajon mit csinál a kommutátoros motor, ha nagyfrekvenciát kapcsolnak rá? Semmit. 1 kHz-től felfelé pásztaázva folyamatosan nőtt a feszültség a kapcsain, de nem reagált rá. 350 V-nál aztán lekapcsolta az erősítőt a túlfeszültségvédő relé. A villanymotorok 50 Hz-re vannak tekercselve. Ettől eltérő frekvencián lebénulnak. Ugyanez a helyzet az aszinkron motorokkal is. Egy tönkrement hűtőgép kiszerelt motorját próbáltam elindítani ily módon. Ez sem mozdult meg. A tápfeszültség által indukált áram átfolyt a tekercseken, de a forgórész nem tudta követni a magas frekvencia által kívánt sebességet. Ha sokáig rajta maradt volna ez az áram, leégett volna a tekercselése.

Ezt követően arra voltam kíváncsi, hogy mire képesek a kis teljesítményű erősítők. A 3 db 60 W-os erősítőtől maradt még 1, amit nem tettem tönkre. Működőképességét először audio erősítőként teszteltem. Most is jól szólt. Utána lekötöttem róla a hangszórót, és rákapcsoltam a nagyméretű ferrit transzformátor primer tekercsét. A szekunder tekercsre a varrógép 7W-os izzólámpáját kötöttem. A funkciógenerátor amplitúdóját lecsökkentettem 0,5 V-ra. Még egy 50 k Ω -os ellenállást is raktam az erősítő bemenetére, hogy ne vezérelje túl. Aztán bekapcsoltam a tápfeszültséget. Egy pillanat alatt tönkrement ez az erősítő is. Zárlatos lett az integrált áramkör. Nem bírta a toroid transzformátoros terhelést.

Mivel mindenképpen ki akartam deríteni, hogy a single tápegységgel működő erősítők alkalmasak-e rezonanciafrekvenciás gerjesztésre, korábban megrendeltem egy hasonlóan apró 100 W-os erősítőt. Ez is szimpla 24 V-os tápfeszültséget igényelt. Audio erősítőként kiválóan működött. Alaposan megdöngötte a 70 W-os hangfalamat. Kis mérete ellenére egy hangerőszabályzó trimmerpotencióméter is van rajta, amire nem volt szükség, mert teljes hangerőn sem ment tönkre. Aztán erre is rákapcsoltam a nagyméretű ferrit transzformátort. Ettől sem ment tönkre. Elkezdtem növelni a frekvenciát. 100 Hz és 22 kHz között az izzólámpa kapcsain csupán 5-6 V feszültséget mértem. Na, ettől nem fog felvillanni a 230 V-os lámpa. Erre kiiktattam a ferrit transzformátort. Meg voltam győződve róla, hogy most fog

tönkremenni. Ezt is kibírta. Sőt a frekvencia növelésére is reagált. 25 kHz-nél már 40 V-ot mutatott a feszültségmérő. Ez azonban még mindig kevés volt a 230 V-os lámpa izzításához. A kis teljesítményű erősítők tehát teljesen alkalmatlanok erre a célra. Ettől függetlenül ez egy kitűnő sztereó erősítő. Ha 2 darabot vásárolunk belőle kiválóan alkalmas szobánk behangosítására. A teljesítményénél már csak az ára jobb. Csupán 4 euróba kerül.³⁹ Egy olcsó, 24 V-os tápegységgel ebből olyan sztereó erősítőt lehet készíteni, amiért a nyugati gyártók tízszer ekkora összeget kérnek.

A céloom azonban nem ez volt, hanem a fémes vezető rezonanciafrekvenciájának megtalálása, és áramfogyasztásának lecsökkentése. Ezt azonban egyelőre nem értem el. Az erősítőlánc áramfelvételét ellenőrizve kiderült, hogy az egyes részegységek (funkciógenerátor, kapcsolóüzemű tápegység, erősítő) rengeteg áramot használnak el. Ez még akkor is lehetetlenné tenné az általam beharangozott tízszeres fogyasztáscsökkentést, ha sikerült volna megtalálnom a lámpák rezonanciafrekvenciáját. Alaposan átgondolva mi szükség van mindezekre. Miért kell drága, bonyolult és kényes áramkörökkel gerjeszteni az izzószálat? Azt a megoldást kellene választani, amit 10 évvel ezelőtt szobám rossz villanykacsolója csinált. Meg kell szagatni a hálózati áramot. Mivel a hálózati áram meglehetősen erős, nincs szükség erősítőre. Megfelelő frekvencián szagatva szignálgenerátor sem kell a gerjesztéshez.

Mivel a Tesla által is alkalmazott mechanikus szagatás nem elég stabil, és gyakori karbantartást igényel, ezt egy kapcsolóüzemű tápegységgel kell végezni. Semmi mást nem kell vele tenni, mint a kimenetéről leszedni a nagy kapacitású pufferkondenzátorokat, melyek a lüktető egyenáramot simítják. Nekünk ugyanis erre a lüktető négyszöghullámra van szükségünk. Ezt toroid transzformátor nélkül is rá lehet kötni a terhelésre. A hálózati feszültség olyan erős, hogy mindegy neki, hogy mekkora a terhelés belső ellenállás. A varrógép 500 Ω belső ellenállású lámpáját ugyanúgy izzítja, mint a 10 kW-os hőkandalló 5 Ω -os belső ellenállását. Meg kellene bízni egy kapcsolóüzemű tápegységeket fejlesztő céget, hogy fejlesszen ki nekünk egy ilyen tápegységet. Többlet szolgáltatásként csupán arra lenne szükség, hogy az áramszagatás frekvenciája egy potenciométerrel 100 Hz és 100 kHz között szabályozható legyen. Feszültségszabályozásra nincs szükség, mert a rezonanciafrekvencia nem hirtelen jelenik meg, hanem viszonylag lassan épül fel, ezért alulgerjesztéssel szabályozni lehet a hőszugárzó hőfokát.

Azért is célszerű lenne ezt a feladatot szakértőkre bízni, mert a rezonanciafrekvenciás gerjesztés nagyon zavarja az analóg készülékeket. A 2 méterre levő rádió bezajosodik, sistereg. A generátor közelébe helyezett rádió pedig annyira zajos lesz, hogy egyetlen adóállomás sem hallható rajta. A skáláját végigpásztázva mást sem hallani, mint sistergést és gerjedést. A kapcsolóüzemű tápegységek fejlesztésében több évtizedes gyakorlattal rendelkezők azonban bonyolult szűrőáramkörökkel képesek ezeket a zajokat kiszűrni. Ha mi állnánk neki, évekig tartana, amíg szakmailag eljutnánk oda, ahol ennek a szakterületnek a nagyjai állnak. Egyébként sem érdemes olyasmit kifejleszteni, amit már mások megcsináltak. A párhuzamos fejlesztésekről rendre kiderül, hogy nem volt más, mint idő- és pénz pazarlás.

A kapcsolóüzemű tápegységnél is tökéletesebb megoldás az, amit a parafenomének csinálnak. A világhírű brit bűvész Dynamo minden segédeszköz nélkül képes egy hagyományos wolframszálas villanykörte felizzítására. A <http://www.figarobuveszbolt.hu/katalogus/closeup/ckorte> videón egyértelműen látszik, hogy a Yin energiát kibocsátó hüvelyk- és a középső ujjával érinti meg az izzólámpa egyik pólusát, jelen esetben a csavaros menetet.⁴⁰ A Yang energiát kibocsátó mutatóujja az izzólámpa üvegburáján nyugszik, a szintén Yang energiát sugárzó gyűrűs ujj pedig a levegőben lóg. Fel kellene kérni az angol parafenomént, hogy segítsen nekünk a fejlesztésben. Csak azt szeretnénk megtudni, hogy milyen energia áramlik ki az ujjából. Ehhez semmi mást nem kellene tennie, mint két ujjával megérinteni az oszcilloszkóp két krokodilcsipeszét. Előtte helyezzük be egy USB 3.0-ás vagy 3.1-es pedrive-ot az előlapon található USB csatlakozóba. Utána nyomjuk meg az előlapon található **Measure** gombot. Ezt követően láthatóvá válik a képernyőn az érzékelt hullám összes paramétere. Nem csak az amplitúdója és a frekvenciája, hanem minden jellemzője. Miután megjelent a keresett hullám a képernyőn, nyomjuk meg a **SAVE TO USB** gombot. A képernyőkép PNG formátumban

³⁹ <https://www.aliexpress.com/item/1005006245051568.html?gatewayAdapt=glo2nld>

⁴⁰ A hüvelykujjon a tüdőmeridián, a középső ujjon pedig a vérerek ura meridián végpontja található. Mindkét meridián Yin jellegű, vagyis ezekből az ujjainkból gravitációs energia áramlik ki. A parafenomének ujjából azonban legalább egy nagyságrenddel nagyobb energia sugárzik ki, mint az átlagemberéből, ami már képes egy villanykörte felizzítására is.

kerül a pendrive-ra. Rákattintva Paint programban jelenik meg. (Az összes digitális oszcilloszkóp alkalmas a képernyő fotózására.)

Ha koncentrált Yin vagy Yang energia áramlik ki az ujjából, ez csak longitudinális hullám lehet. Kérdéses, hogy a mi elektromágneses elven működő készülkeink képesek-e a tisztán mágneses hullámokat érzékelni. Ha nem, még egyel több okunk van a Tesla-konverter rekonstruálására. A Tesla-konverter a legegyszerűbb, a legolcsóbb és a leghatékonyabb erősítő. Tisztán mágneses hullámot állít elő. Ez a longitudinális hullám teszi lehetővé az összes ezoterikus jelenség mesterséges előidézését. Koncentrált longitudinális hullámmal működött Raymond Rife frekvenciagenerátora, mellyel minden mikrobát elpusztított. A rákbetegek gyógyításához is elegendő volt egy 5 perces mágneses besugárzás. Az esőcsináláshoz, az időjárás szabályozásához is koncentrált mágneses hullámokra van szükség. Longitudinális hullámok érzékelésén alapul a kronovizor és a távoli megfigyelést lehetővé tevő készülék is longitudinális hullámon alapul.

A több száz vagy több ezer fényévnyire levő földönkívüli civilizációkkal való kommunikációhoz szintén longitudinális jeltovábbítás kell. Az antigravitációs hajtóművek működési elve is a mágneses hullámokon alapul. Az elektromágneses hullámok csak kárt okoznak nekünk. (Elektroszmog, rákosodás, agydaganat, álmatlanság, depresszió.) Legfőbb hátrányuk, hogy leragasztanak bennünket a 100 évvel ezelőtti technika színvonalára. A vele járó elavult technológia nem képes megoldani világunk egyre sűrűsödő problémáit. Ehhez paradigmaváltásra van szükség. Ha nem vesszük igénybe az éter által kínált menekülési útvonalat, akkor menthetetlenül elpusztul a világunk. Az éterionok és a gravitonok sűrítése csodákra képes.

Az egészségünket sem károsítják. A gravitáció fizikai létünk elengedhetetlen velejárója. Nélküle nem maradnánk meg a földgolyón, elszállnánk a világűrbe. A gravitonokhoz hasonlóan az éterionok is átjárják testünk minden atomját. Olyannyira, hogy mi is éterből vagyunk. A magunkkal hozott étertestbe épülnek be. Étertelle minden élőlénynek és élettelen tárgynak van. Az étertest határozza meg, hogy hová, mennyi éterionot kell besűríteni, hogy kialakuljon a fizikai test. Miután éterionokból állunk, az éter nem károsít, hanem éltet bennünket. A gravitonokkal együtt feltöltik testünket energiával. Az éteri és gravitációs (Yang és Yin) energiát begyűjtő meridiánrendszerünk gondoskodik az elhasznált energia pótlásáról, egészségünk fenntartásáról. Ha meridiánrendszerünk energiaegyensúlya valamilyen külső káros behatás vagy egészségtelen életmódunk következtében felborul, akkor megbetegszünk.

Visszatérve az előbbi témára, amennyiben sikerül a gerjesztő energiát több kilowattra feltornáznai, a hőszugárzók közül érdemes a **Brilagi - Elektromos konvektoros fűtőtest 750/1250/2000W** típust választani. Ebben nincs hőfokszabályzó elektronika, így nem kell a fűtőspirált elszeparálni. (A hőfokszabályozást egy mechanikus termosztát, (bimetall) kapcsoló végzi. Ára csupán 12 990 Ft.⁴¹ A régi, fafűtéses kandallók iránt nosztalgiát érző a melléklet mappában bőséges változatot találhatnak. Ezek nem sokkal drágábbak a jellegtelen hőszugárzó moduloknál. A tűzveszély elkerülése érdekében érdemes figyelmet fordítani az olajradiátorokra is. Ezeknek a teljesen zárt radiátoroknak a hőmérséklete nem haladja meg a központi fűtéses radiátorok hőmérsékletét. Ezáltal falra, az ablak alá is szerelhető. Nem fogja felgyújtani a felette levő függönyt. Teljesítménye elérheti a 3 kW-ot is, és nem drágább a hőkandallóknál. Gerjesztésük nem okoz gondot, mert ezek is bimetal hőfokszabályzóval rendelkeznek.

Ezzel a módszerrel az iparban milliós megtakarítások érhetők el, a havi villanyszámlában. Ezáltal megszüntethető az energiaárak emelkedéséből eredő infláció. A pékek minden bizonnyal örülnének neki, ha a többletcás villanysütőjük áramfogyasztását a korábbi töredékére csökkenthetnék. Érdemes lenne kipróbálni, hogy az acélművek villamos ívkemencéit ily módon lehet-e gerjeszteni. Ha igen, itt horribilis megtakarításokat lehet elérni. Ipari felhasználására azonban jóval nagyobb teljesítményű tápegységet kell alkalmazni. Ezzel a készülékekkel is óvatosan kell bánni. Ne fogdossuk őket, mert a hálózati 320 V-os csúcshőfeszültség halálos áramütést okozhat. Csak a villanyszerelők ál-

⁴¹ https://www.lampak.hu/brilagi-elektromos-konvektoros-futotest-750-1250-2000w-termosztat/?gclid=CjwKCAjwmbqoBhAgEiwACIjzEBzkNq9vilk1xIXdbfK_FDicWcF38hgI8DEleLXS_CgtIcDAossilxoCBAgQAvD_BwE

tal használt gumikesztyűben nyúlhatunk hozzájuk!⁴² Ez a készülék nem olcsó, de sokkal olcsóbb, mint a háztetőre telepített napelemtáblák⁴³, vagy az épület alatt kialakított hőszivattyúrendszer. A befektetés költsége néhány hónap alatt megtérül, és utána szinte ingyen fűthetünk éveken keresztül.

A sikeres fejlesztés, a megfelelő teljesítményű tápegység beszerzése után már csak a készülék összerakása van hátra. Az egyes egységeket ne műanyag-, hanem mágnesesen árnyékoló vaslemez dobozba szereljük. Erősítsük egy 4-5 mm vastag textilbakelit lemezre, és amennyiben a fejlesztője ezt nem tett meg, rakjuk a legalább 1 mm vastag horganyzott vaslemezről hajlított dobozba. (Így az érintésvédelmi előírásoknak is eleget teszünk.) Amennyiben a tápegység melegszik, akkor szellőző lyukakat kell fúrni a vasdoboz tetejére és aljára. Ha még így is melegszik ventilátort kell beleszerelni. Erre a célra a számítógépekben alkalmazott 80-120 mm átmérőjű ventilátorokat célszerű alkalmazni. (Elektronikai alkatrészeket forgalmazó szaküzletekben olcsón beszerezhető. Golyóscsapágyast vegyünk, mert a siklócsapágy egy idő után elkopik, és zörögni fog.)⁴⁴ A fémdobozt ne kössük az áramkörök GND pontjára, de szereljük rá földelő kapcsot. Ha a Faraday kalitkás árnyékolás ellenére a híradástechnikai készülékeinkben interferenciás zaj lépne fel, akkor a vasdobozt le kell földelni. (Erre a vízvezeték is megfelel, de csak akkor, ha nem tartalmaz műanyag csőszakaszt.)

Kandallók esetén érdemes a generátort a kályha mögé szerelni, hogy ne rontsa a látványt. Erősítsük a falra. (Két kulcslyuk alakú kivágást alakítsunk ki hátulján, és akasszuk a falra fűrt facsavarokra. Így könnyen leakaszthatjuk, és a fűtőtesttel együtt átvihetjük egy másik helyiségbe. A konnektort és a hálózati kábelt is célszerű a fűtőtest mögé rejteni. A magas hőmérséklet miatt a készülék gyártásánál 200 °C-ig hőálló szilikon kábeleket kell használni. Ezt is az AliExpress kínálja legolcsóbban. Az általuk kínált hajszálvékony, ónozott rézhuzalból sodort, hajlékony kábelek ellenállása igen alacsony, ami visszafogja az alkatrészek gerjedését.⁴⁵ Ennek a generátornak a fejlesztése sok buktatóval járt, de az alkalmazása már könnyen megy. Ha ez a módszer beválik, akkor ettől a fáradságtól is mentesülünk, mert a gyártók az összes elektromos fűtőtestbe, villanytűzhelybe, vízmelegítő bojlerbe beépítik ezt a kapcsolóüzemű tápegységet.

Érthetetlen, hogy a fizikusok erre a gerjesztési módra miért nem jöttek rá, ezt a jelenséget eddig miért nem használták ki. Az elmúlt 200 év alatt több millió villamosmérnök, elektrotechnikus tevékenykedett ebben a szakmában, és senkinek nem jutott eszébe, hogy a fűtőspirálokat ne 50 Hz-es, hanem ennél magasabb frekvenciás árammal táplálják. Ennek a fizikai jelenségnek a felhasználásával a legtöbb elektromos fogyasztó áramfelvételét a névleges áram töredékére lehet csökkenteni. A lakosság a villamos energia 72%-át fűtésre és hűtésre, 13%-át meleg víz előállítására, 5%-át pedig sütésre-főzésre, vasalásra használja. Ez összesen 90%. Csupán 10%-át használja világításra és elektromos, elektronikus eszközök működtetésére.

Ilyen arányok mellett óriási megkönnyebbülés lesz számunkra rezonanciafrekvenciás táplálás alkalmazása. A villanyszámla egyik hónapról a másikra radikálisan csökken. Az olcsó áram mély-

⁴² A Tesla-konverter Működési leírásában megtaláljuk a webáruház címét, ahol ezt beszerezhetjük. Az AliExpress webáruházról ez is jóval olcsóbban megrendelhető. Ára: 4800 Ft (5 pár). M és L méretben kapható. Webcím:

https://www.aliexpress.com/item/1005005511246874.html?spm=a2g0o.productlist.main.25.66ca553bowUf5E&algo_py_id=a718886f-a954-4f16-8550-8f53a8a8b902&algo_exp_id=a718886f-a954-4f16-8550-8f53a8a8b902-12&pdp_npi=4%40dis%21HUF%2114675.56%214799.6%21%21%21281.03%21%21%40210321c316961047372901458e91c3%211200033701631091%21sea%21HU%212803401475%21&curPageLogUid=mSR4d8OsX4Cb

⁴³ Egy háztetőre telepített napelemtábla az energiatároló akkumulátorral együtt min. 6 millió forintba kerül. Az állam ezt 5 millió forinttal támogatja, amire a magyar kormány 75 milliárd forintot különített el. Erre van pénz, szabadenergia előállítására nincs. A geotermikus hőszivattyú kialakítása még drágább. Ennek megtérülési költsége min. 10 év.

⁴⁴ Táplálásához 12V DC feszültségre van szükség. Ezt a tápegység segédfeszültségként biztosítja számunkra. Ha nem, a mobiltelefon-bontókban találunk olyan akkutöltőt, amely 12 V-ot szolgáltat. (Ezek többnyire masszív transzformátoros töltők, ezért bírják a max. 160 mA-es terhelést.)

⁴⁵ https://www.aliexpress.com/item/1005006147608322.html?spm=a2g0o.detail.1000014.3.3d095Dyr5Dyr5c&gps-id=pcDetailBottomMoreOtherSeller&scm=1007.40050.354490.0&scm_id=1007.40050.354490.0&scm-url=1007.40050.354490.0&pvid=dbd49af4-b831-44e6-b6c4-653f25a55fa2&t=gps-id:pcDetailBottomMoreOtherSeller,scm-url:1007.40050.354490.0,pvid:dbd49af4-b831-44e6-b6c4-653f25a55fa2,ttp_buckets:668%232846%238108%231977&pdp_npi=4%40dis%21HUF%21185.54%21148.53%21%21%213.71%212.97%21%402103010f17059215343638656ee12b%2112000035976016099%21rec%21HU%212803401475%21&utparam-url=scene%3ApcDetailBottomMoreOtherSeller%7Cquery_from%3A

pontra csökkenti a csillagokba emelkedett energiaárakat, és az ebből eredő inflációt. Ezen túlmenően az olcsó és tiszta villamos energia nagymértékben hozzájárul a globális felmelegedés leállításához, a klímaösszeomlás elkerüléséhez. Mivel a villanyáram lesz a legolcsóbb energiaforrás, nem használunk többé fosszilis tüzelőanyagot. Nem lesz szükség földgázra, kőolajra, és a veszélyes atomenergiától is megszabadulunk.

A frekvencia szabályozására nem szénréteg- hanem huzalpotenciómétert kell alkalmazni.⁴⁶ A szénpálya ugyanis egy idő után lekopik, és kontakthibás lesz a potencióméter. A szabályzó tengelyét nem szabad kivezetni a készülékházra. Maradjon benne, és a végét fel kell sliccelni. Aztán mellékelni kell a készülékhez egy forgatógombot, ami kis csavarhúzóban végződik. Beszabályozásnál a kezelőgomb nyúlványát be kell illeszteni a potencióméter előtti furatba úgy, hogy a csavarhúzó beilleszkedjen a potencióméter tengelyének sliccébe. A forgatógomb alatt az előlapot kalibrálni kell frekvenciára. (Erre biztonsági megoldásra azért van szükség, hogy gyerekek ne tudják elcsavargatni a szabályzó gombokat, mert ez esetben kiég a fűtőbetét.)

A rezonanciagenerátor használata során először dugjuk be a szabályzó gombot a potencióméter nyílásába, és balra forgatva állítsuk minimumra. Ezt követően csatlakoztassuk a gerjesztendő készülékhez (hősugárzó, bojler, stb.) Lassan emeljük a frekvenciát, és nézzük meg mely értéknél lép fel a rezonancia. Ezután növeljük az értékét addig, amíg a fűtőspirálra kötött feszültségmérő 230 V-ot mutat. Vigyázzunk ne gerjesszük túl a fűtőbetétet, mert hamar kiég, Célszerű kissé az üzemi hőfok alá gerjeszteni, mert ez jelentősen meghosszabbítja az élettartamát. Beállítás után a forgatógombot távolítsuk el. Ez az eljárás csak olyan készülékeknél használható, melyeknek nincs elektronikus hőfokszabályzója. Nagyfrekvenciás táplálás esetén ugyanis ezeknek az áramköröknek a transzformátora le fog égni, ami tönkreteszi az áramkört. A későbbiek során erre a beállításra nem lesz szükség, mert a gyártók minden fűtőbetétes készülékbe beépítik a rezonanciafrekvencia-generátort. Ez nem sokkal fogja növelni a készülék árát. Ez a többletköltség már az első évben megtérül.

A tápáram nagyságrendi csökkenése lehetővé teszi a hagyományos izzólámpák visszahozását. Ezeket azért szeretik sokan, mert a wolframszálas izzólámpák színhőmérséklete hasonlít leginkább a napsugárhoz. A LED lámpa szintén kevés áramot fogyaszt, de vibrálásával fárasztja az agyat, álmatlanságot okoz. Ezt a vibrálást a szem nem érzékeli, de az agy igen. (Jellemző a LED frekvenciátűrésére, hogy GHz-es frekvencián is képes vibrálni. A wolframszál azonban hőtehetetlenségénél fogva 50 Hz-en sem villog.) Ez esetben a rezonanciagenerátort nem célszerű beépíteni az izzólámpába, mert a két egység élettartama között nagyságrendi különbség van. A gerjesztő áramkört egy porcelán foglalatba kell beépíteni, amit belecsavarnak a lámpatest foglalatába, Ebbe csavarják bele az izzólámpát. Ha a wolframszál elhasználódásával változna a rezonanciafrekvenciája, akkor ebbe a foglalatba is be kell építeni és kisméretű huzalpotenciómétert, amit egy csavarhúzóval után lehetne állítani.

Rezonanciás gerjesztéssel a hűtőszekrények és a klímaberendezések fogyasztása is csökkenthető. A globális felmelegedés okozta kánikula miatt manapság milliószámra vásárolják a klímaberendezéseket világszerte. A klímaberendezés valójában nem más, mint hűtőszekrény. Csupán annyiban tér el a konyhai hűtőszekrénytől, hogy két ventilátor van benne. Az egyik a hűtőrács előtt van, és az elszívott hideg levegőt befújja a hűtendő térbe, helyiségbe. A másik a párologtató előtt szívja el a meleg levegőt, és egy csövön keresztül kifújja a szabadba. Mindkét berendezés kompresszoros, ami azt jelenti, hogy csak váltakozó árammal működtethető. Nagyfrekvenciás gerjesztés esetén a motor leég. Nem bírja követni a magas frekvencia diktálta sebességet.

Létezik azonban egy másik fajta hűtőberendezés is, az adszorpciós. Ennek a rendszernek a lényege, hogy a hűtőfolyadékot nem villanymotor keringeti, hanem egy izzószál által létrehozott hőmérsékletkülönbség. Fél évszázaddal ezelőtt még több országban gyártották, de a villanymotorok előállítási költségének csökkenésével felhagytak a gyártásával. Ma már csak kis méretben állítják elő, minigarzonokba, lakókocsikba. Szűk lakótérben ugyanis a hűtőszekrényt nem lehet kitenni a

⁴⁶ Legalkalmasabb erre a célra a helikális huzalpotencióméter. A multiturn wire potentiometer (helipot) nem egy, hanem 10 körbefordítással ér el a kezdeti értéktől a végértékig. Ezzel a kívánt ellenállásérték nagyon pontosan állítható be. (Ilyen huzalpotencióméter van a szignálgenerátorokban is.)

konyhába, vagy az éléskamrába. A szobában kell üzemeltetni, ahol a kompresszor indulásakor és leállításakor keletkező zaj felkelti az alvókat.

Nagy méretben nem gyártanak adszorpciós hűtőszekrényeket, mert előállítási költsége jóval magasabb a kompresszoros változatnál. A fűtőspirál rezonanciafrekvenciás táplálása esetén azonban megfordulhat a trend. Az egy nagyságrenddel kisebb áramfogyasztás miatt a magasabb vételi ár pár év alatt megtérül. Az adszorpciós hűtőszekrény nagy előnye még, hogy teljes zajtalan. Nincs motorzaj, és a motor elindulásával, leállításával járó rázkódás zaja is elmarad. A klímaberendezések is halkabbá válnak, bár a két ventilátor surrogása továbbra is hallható lesz.

Megszűnik viszont a hálózat túlterhelése, ami amiatt áll elő, hogy a déli országokban ma már szinte minden lakásban üzemeltetnek klímaberendezést. Az áramfogyasztás csökkenésének főleg gépkocsikba szerelt klímaberendezések esetén lesz nagy jelentősége. A jelenlegi klímáknak ugyanis olyan nagy az áramfogyasztásuk, hogy a jármű leállása, parkírozása idején is jártni kell a motort, mert az akkumulátor nem bírja a vele járó terhelést. Ez viszont szennyezi a levegőt, nem szólva a magas üzemanyagköltségről. A rezonanciafrekvencián üzemeltetett klímaberendezés táplálását valószínűleg az akkumulátor is képes lesz ellátni. Megszűnik a motor berregésével járó zaj is, ami mind a leállított gépkocsiban ülőket, mind a környezetében tartózkodókat zavarja.

Budapest, 2024. február 05.

KUN Ákos
Honlap: <https://subotonics.com>

© Ákos KUN
Budapest, 2024.
E-mail: info@kunlibrary.net
kunlibrary@gmail.com