

Zenélő Tesla tekercs távirányítóval

ZTT

Nyolczas Áron

Felkészítő tanár: Tekse Marianna

Verseggy Ferenc Gimnázium, Szolnok

1. Bevezetés

Az oktatásban szükség van egy olyan demonstrációs eszközre, amely látványosan bemutatja az elektromágneses indukció működését és felkelti a diákok figyelmét, érdeklődését.

A téma iránti érdeklődésem miatt a tekercs már félig kész volt, amikor értesültem a versenyről. Végig kellett gondolnom, hogy két hét alatt mit tudok megvalósítani.

2. Probléma megoldásának menete

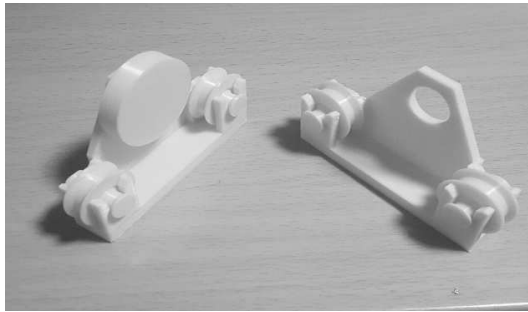
Az elektromágneses indukció bemutatására a legalkalmasabb eszköznek a Tesla tekercset találok. Nincs látványosabb dolog annál, hogy elektronok ugranak ki egy vezeték végéből, ezzel ionizálva és megrezgetve a levegőt, közben hangot, akár zenét, adva ki.

2.1. Alapanyagok beszerzése, a szekunder tekercs méretének eldöntése

Fontos volt, hogy mielőtt elkezdtem a tekercs építését meghatároztam, hogy mekkora legyen méreteiben és mennyi alapanyag kell majd hozzá. Legfontosabbak: menetszám meghatározása (ez nekem olyan 1000 menet körüli sikerült), átmérő meghatározása (én tekercsemnél 10 cm) és ezek alapján a tekercselő huzal vastagságának (0,18 mm), mennyiségének (1 kg – ez bőséges volt, negyede is elég lett volna) a meghatározása. Ezek döntötték el legfőképpen, hogy mekkora teljesítményű és hogy milyen nagy (20 cm hosszú) lett a tekercs. A tekercs egy PVC csőre készült.

2.2. A tekercselés

Ez volt a legunalmasabb, legmonotonabb része a Tesla tekercs készítésének. Szerencsére kisegített egy Ender 3 3D nyomtató és tudtam tervezni egy állványt, amin a PVC csövet lehetett gurítani. Oda kellett figyelni, hogy a vezeték szépen, egyenletesen, 1 rétegben legyen feltekerve. Itt megvolt annak a veszélye, hogy a tekercselő huzal elszakad, és az egészet újra kell kezdeni. Ez meg is történt, de szerencsére még az elején, amikor túlfeszült a huzal.



1.ábra: Az állvány

2.3. A tetőkapacitás elkészítése

Az első verzió egy hajlítható alumínium csőből és egy PVC cső adapterből készült, viszont ennek a kapacitása túl nagy volt és nem működött vele a Tesla tekercs. A második verzió egy HDD-nek a lemezéből és egy 3D nyomtatott adapterből állt. Ez végül működött, továbbra is ezt használom.

2.4. Áramkör megtervezése, tesztelése

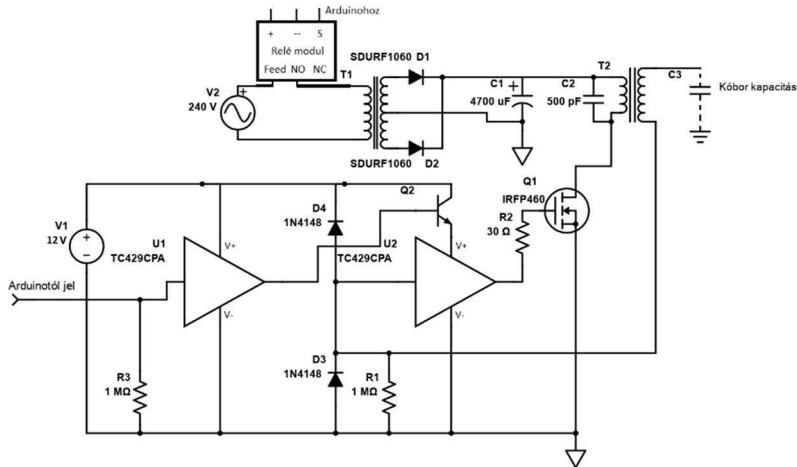
Ez az áramkör úgynevezett „Slayer Exiter” – hez hasonló, sőt ebbe a kategóriába is sorolható annyi különbséggel, hogy egy sima BJT tranzisztor helyett egy N-csatornás MOSFET-et használtam a primer meghajtására. A Tesla tekercseknél fontos, hogy a szekunder rezonáns frekvenciáján legyen a primer tekercs meghajtva, mivel így lesz a teljesítménye a tekercsnek a legnagyobb. Ezeknél az áramköröknél ahelyett, hogy egy előre meghatározott, kiszámolt frekvencián kapcsolnánk a tranzisztort ki és be, itt a szekunderből visszacsatolás jön, ez határozza meg a tranzisztor bázisán/gate-jén a frekvenciát. Ennek előnye, hogy nem kell számolásokat végezni, mivel a rezonáns frekvencia sok mindentől függ: menetszám, kóbor kapacitás, ezért ez változhat is. Hátránya: nagyobb teljesítményt elérni ezzel a fajta áramkörrel nehezebb.

Ahhoz, hogy a 2. ábrán látható BJT tranzisztort(Q2) - ami az U2-nek az áramellátását kezeli - vezéreljem, fel kellett erősítenem az Arduinótól kapott jelet. Ezt eredetileg az U1(TC429CPA) helyett egy LM358-cal szerettem volna elérni, viszont amikor ezt tettem a kimenete annyira zajos volt, hogy nem engedte az U2-nek, hogy teljesen bekapcsoljon, ezáltal csak 3-5 Volt került a Q1 gate-jére, ami nem volt elég, hogy teljesen bekapcsolja. Ezért még egy MOSFET vezérlőt (TC429CPA) használtam, hogy felerősítsem az Ardiuno jelét.

D4 és D3-as dióda szükséges, ha nélkülük futtattam a Tesla tekercset, akkor pár másodpercen belül tönkrement a vezérlő (U2), mivel túl nagy volt a bemeneti feszültsége.

R3 és R1 azért kell, mert ezek nélkül mindkettő vezérlőnek (U1, U2) a bemenete „lebeg” és nem indul be nélkülük a tekercs.

A MOSFET túlmelegedett, ha a tekercs túl sokáig volt bekapcsolva. Ezt úgy oldottam meg, hogy egy régi számítógép processzor hűtőjébe fűrtam egy lyukat és rácsavaroztam a MOSFET-et.



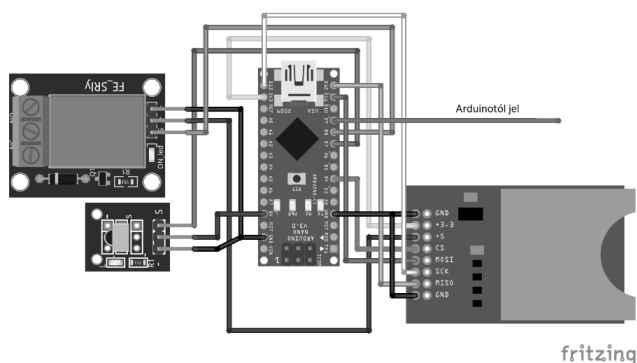
2. ábra: Az áramkör

2.5. Arduino bekötése, programozása

A tekercs vezérlésére egy Arduino Nano-t használtam, mivel ez volt számomra elérhető és volt már vele valamennyi tapasztalatom. 3 modult használtam hozzá: relét, IR vevőt és SD kártya olvasót. A relé kapcsolja ki és be a Tesla tekercs áramellátását. A vevőn keresztül az Arduino le bírja olvasni a benyomott gombjait egy infravörös távirányítónak, adónak. Az SD kártya olvasón keresztül a Nano hozzá tud férni a bedugott kártyán tárolt fájlokhoz, ami ebben az esetben zene volt.

A program tud zenét játszani és egy bizonyos frekvencián megszólaltatni a tekercset. Ezeket lehet változtatni a távirányító segítségével, ki és be lehet kapcsolni vele a relét is.

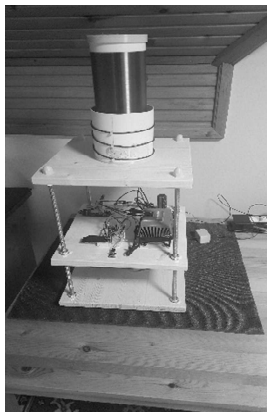
Ideálisan infravörös távirányítás helyett egy üvegszálás kábelen kellene az Arduinoval kommunikálni, mivel a Tesla tekercs valamennyi IR fényt is ad le.



3. ábra: Az Arduino bekötése

2.6. Tartó készítése

Miután volt egy működő Tesla tekercsem, kellett valami, ami összetartotta az alkatrészeit. Ezért csináltam neki tartót, ami M10-es, menetes rudakból, fenyőfa deszkákból és anyacsavarokból, alátétekből áll.



4. ábra: Az elkészült Tesla tekercs

3. Elért eredmények

Az elektromágneses indukció bemutatására a legalkalmasabb eszköz a Tesla tekercs. Az oktatásban alkalmazható demonstrációs eszköz elkészült, szerintem jól érzékelhetően bemutatja az elektromágneses indukció működését és alkalmas a diákok elektronika iránti érdeklődésének felkeltésére.