



NAVODILA ZA UPORABO

Učni komplet Franzis "Preizkusi s Teslino energijo"

Kataloška št.: 63 18 51

FRANZIS

Kazalo

Izključitev odgovornosti	2
1 Uvod	2
2 Priprave	3
3 Kvarčni oscilator	6
4 Nihajni krog	8
5 Visokofrekvenčni ojačevalnik	9
6 Proizvajanje visokofrekvenčne moči	12
7 Oddajnik z amplitudno modulacijo	13
8 Magnetno povezani resonančni krogi	15
9 Električna vezava nihajnih krogov	18
10 Visokofrekvenčna poljska sonda	19
11 Enožični energijski vodnik	21
12 Prenos energije na vodniku za maso	22
Garancijski list	25

Izključitev odgovornosti

Proizvajalec ne prevzema odgovornosti za škodo, ki nastane pri uporabi učnega kompleta. Predvsem ne za telesne poškodbe oseb ter materialno ali premoženjsko škodo, ki nastane kot neposredna ali posredna posledica uporabe. Proizvajalec prav tako ne prevzema odgovornosti za morebitne tehnične napake ter za pravilnost navedenih podatkov.

Pridržujemo si pravico do inovacij, napak in tiskarskih napak.

1 Uvod

Preizkusi s Teslino energijo so zanimivo področje delovanja. Vendar pa vsak nima na razpolago potrebnih pogojev in ustrezne opreme. Učni komplet s Teslino energijo je bil razvit s ciljem dati na razpolago najpomembnejše preizkuse z nizkimi stroški. Samoumevno je, da z zelo enostavnimi sredstvi ni možno ustvarjati ogromnih napetosti. Vendar pa lahko s praktičnimi preizkusi sami osvojite vsa pomembna fizikalna načela. Če boste natančno opravili preizkuse v tem učnem kompletu, potem boste pripravljeni za lastne, večje Tesline preizkuse.

Vse teoretične osnove in ustrezne predloge za vgradnjo najdete priloženem priročniku "Preizkusi s Teslino energijo", ki ga je pripravil Günter Wahl. Ta navodila za uporabo, ki se nanašajo na praktične preizkuse s priloženim materialom za preizkušanje, vsebujejo zelo malo teorije. Namesto tega vas navodila na odločilnih mestih napotijo na ustrezna mesta v priročniku. Po potrebi lahko torej vzamete v roke priročnik in natančneje preučite ozadje.

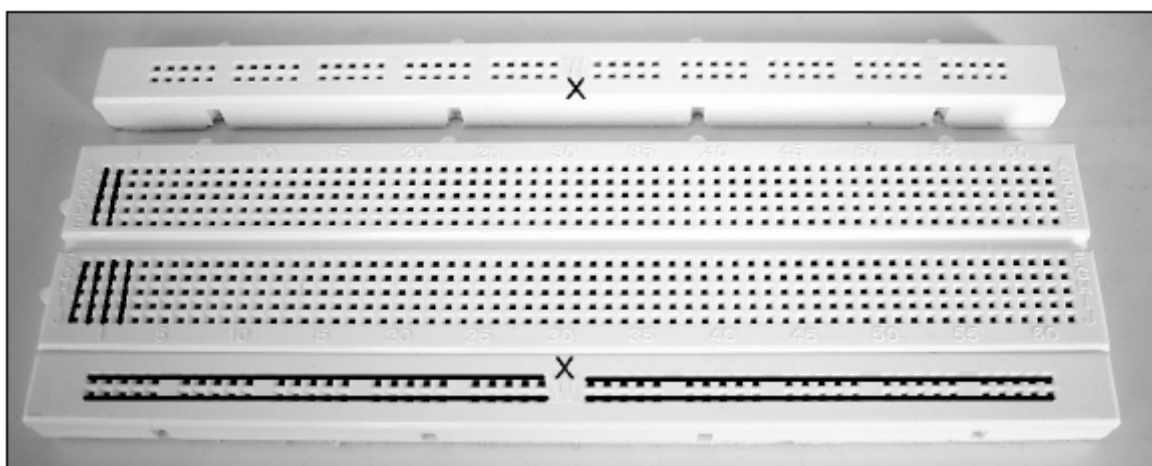
V priročniku je poudarek na Teslinih transformatorjih za najvišje napetosti pri nizkih frekvencah ter brezžičnem prenosu energije, ki si ga je zamislil Nikola Tesla, s pomočjo preizkusov pri 1 MHz in pri 27,12 MHz. Praktični preizkusi v učnem kompletu se izvajajo pri 13,56 MHz. Ta frekvenca je po eni strani dovoljena za znanstvene in eksperimentalne namene, po drugi strani pa je zelo primerna za raziskovanje najpomembnejših fenomenov z malo truda. Tuljave za nihajni krog in antene imajo še obvladljive mere. Po eni strani frekvenca še ni tako visoka, da bi bile potrebne posebne zahteve glede sestave v skladu z visokimi frekvencami. Iz tega razloga je vse preizkuse možno izvesti brez spajkalnika na poljubni laboratorijski preizkusni ploščici.

Teslini preizkusi se pogosto uvrščajo na ezoterično področje, čeprav je vedno uporabljal danes znane in dobro raziskane fizikalne fenomene. Marsikaj nenazadnje temelji na vezavi

energije med usklajenimi nihajnimi krogi. Pri tem pogosto prihaja do presenetljivih rezultatov kot je npr. skoraj popolni prenos energije, pri čemer ima vzbujajoči krog manjšo napetost od vzbujanega. V nekaterih primerih se v zvezi s tem govori o izkoristku nad 100 % ter se razglša odkritje "perpetuum mobile", kar je seveda s fizikalnega vidika popolnoma narobe. Kaj se tu dejansko zgodi, pa je možno z enostavnimi preizkusi z lahkoto razumeti. Ker se lahko marsikateri izkušen Teslin prijatelj predstavlja kot sodobni čarovnik, je njemu prepuščeno, če želi v prvi vrsti osupniti svojo publiko. Prav posebni fenomeni, ki jih ne moremo razvozlati z neposrednim opazovanjem, so namreč povod za lastno radovednost in lastno raziskovanje.

2 Priprave

Vsi preizkusi se sestavljajo na priloženi laboratorijski preizkusni ploščici. Slika 2.1 prikazuje posamezne segmente z nekaterimi vrisanimi notranjimi povezavami. Centralno kontaktno polje vsebuje 640 kontaktov, ki so razporejeni v kratkih trakovih po 5 kontaktov. Napajalne letve s po 100 kontakti, ki so nameščene na strani, vsebujejo štiri ločene povezovalne letve. Pozor! Na mestih, označenih z X, so vzdolžni trakovi prekinjeni.



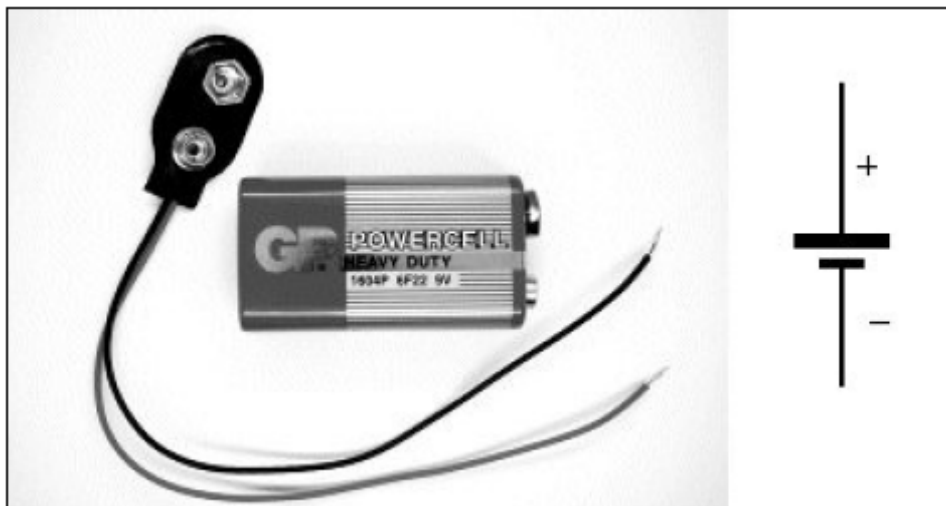
Slika 2.1: Laboratorijska preizkusna ploščica z notranjimi povezavami

Pri nekaterih preizkusih potrebujete samo en kontaktni trak. Iz tega razloga je priporočljivo, da zgornji trak pred začetkom preizkusov odstranite. Pri tem uporabite oster nož in prerežite obojestransko lepilno folijo na zadnji strani vzdolž ločilne linije. Pozor! Nikoli ne odstranite folije, sicer bodo kontaktni trakovi izgubili svoj oprijem.

Za vstavljanje komponent potrebujete relativno veliko moči. Priključne žice se lahko pri tem hitro upognejo. Pomembno je, da žice vstavite natančno od zgoraj navzdol. Pri tem vam bosta v pomoč pinceta ali manjše koničaste klešče. Žico držite karseda kratko nad preizkusno ploščico in jo potisnite navpično navzdol. Tako lahko vstavite tudi občutljive priključne žice brez pregibanja. V pomoč vam bo tudi, če žic ne boste odrezali ravno, temveč poševno, tako da boste dobili ostro konico. Tako jih lahko bistveno enostavneje vstavite.

Učnem kompletu je priloženih šest ovitih žic, vsaka dolžine enega metra. Za dve veliki tuljavi potrebujete metrsko žico. Dolge žice se uporabljajo kot antene in kot povezovalni vodniki med oddajnikom in sprejemnikom. Poleg tega potrebujete manjše tuljave in kratke povezovalne žice. Potrebno dolžino vsakič odrežite s kleščami ščipalkami. Po možnosti žico poševno odrežite, tako da nastane ostra konica. Na koncih odstranite izolacijo na dolžini 5 mm. Preverjen postopek je tak, da PVC-izolacijo najprej obrežete z ostrim nožem, nato pa jo odstranite.

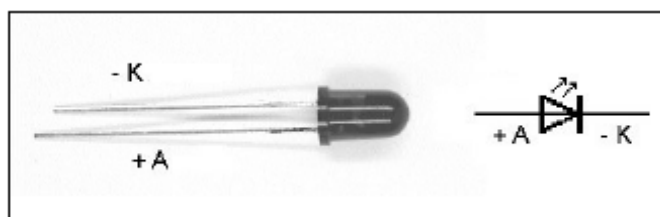
Za napajanje služi 9 V baterija, ki pa učnemu kompletu ni priložena, temveč jo je treba nabaviti posebej. Alkalne baterije imajo daljšo življenjsko dobo kot enostavne cink-ogljikove baterije, vendar pa zahtevajo tudi večjo previdnost, saj lahko oddajajo večji kratkostični tok. Nekateri izbrani preizkusi potrebujejo večjo napetost. V tem primeru je treba zaporedno vezati dve ali tri baterije.



Slika 2.2: Baterija in baterijska sponka

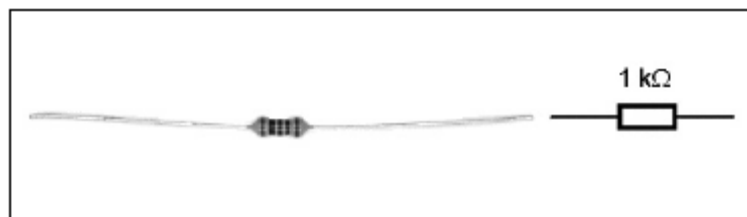
Dve priloženi baterijski sponki imata upogljivi pramenki, ki imata funkcijo priključnih vodnikov. Rdeči vodnik je plus pol, črni pa minus pol. Konci vodnikov imajo sneto izolacijo in so pokositrani. Tako so dovolj togi, da jih lahko vstavite v kontakte preizkusne ploščice. Vendar pa lahko pri pogostem vstavljanju izgubijo svojo obliko in se npr. razcepijo. Iz tega razloga vam priporočamo, da priključke vedno pustite v preizkusni ploščici in samo baterijsko sponko ločite od baterije. Če se po daljši uporabi konci vodnikov sprimejo, potem pomaga samo uporaba spajkalnika. S koncev lahko na novo odstranite izolacijo ali pa jih pokositrate. Lahko pa prispajkate kratke kose žice, ki nato služijo kot vtiči.

Učni komplet vključuje dve izjemno svetli rdeči LED. Pri tem je treba načeloma upoštevati polarnost. Minus priključek se imenuje katoda in se nahaja na krajši priključni žici. Plus priključek je anoda. V notranjosti LED lahko vidite kelihasto držalo za LED-čip, ki se nahaja na katodi. Anodni priključek je z izjemno tanko žico povezan s kontaktom na zgornji strani čipa.



Slika 2.3: LED

Upori v učnem kompletu so kovinoplastni upori s tolerancami $\pm 1\%$, pri čemer je uporovni material pritrjen na keramično palico in prevlečen z zaščitno plastjo. Označeni so s pomočjo barvnih obročev. Poleg vrednosti upora je naveden tudi razred natančnosti v odstotkih.



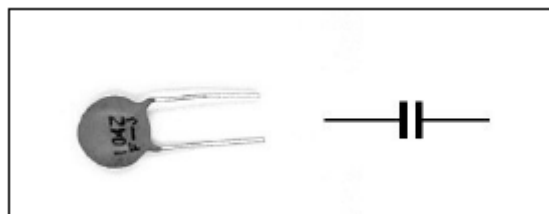
Slika 2.4: Upor

Barvna koda se odčitava z izhodiščem na obroču, ki se nahaja bliže robu upora. Pri štirih obročih prvi trije predstavljajo tri številke, četrti pa množitelja za vrednost upora v ohmih. Peti obroč (rjav) navaja toleranco 1 %. Upor z obroči rumene, vijolične, črne in črne barve ima vrednost 470 ohmov. Učni komplet vsebuje štiri upore z naslednjimi vrednostmi:

Vrednost	Napis
470 Ω	(dva kosa) rumen, vijoličen, črn, črn
1 k Ω	rjav, črn, črn, rjav
100 k Ω	rjav, črn, črn, oranžen

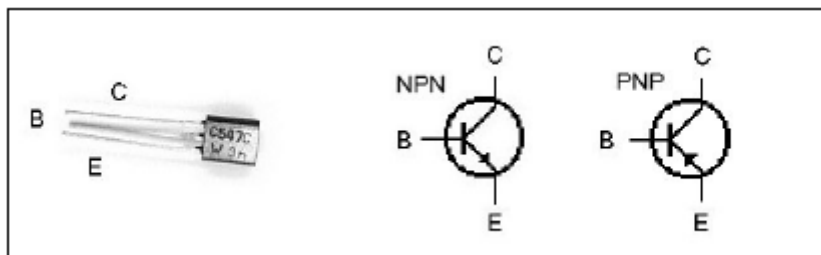
Učni komplet vsebuje štiri keramične ploščate kondenzatorje. Kapacitete so natisnjene kot zaporedje števil v obliki 104 = 10 0000 pF, pri čemer tretja številka predstavlja število ničel. Na voljo so naslednje vrednosti:

Vrednost	Napis
33 pF	33
150 pF (2 kosa)	151
100 nF	104



Slika 2.5: Keramični kondenzator

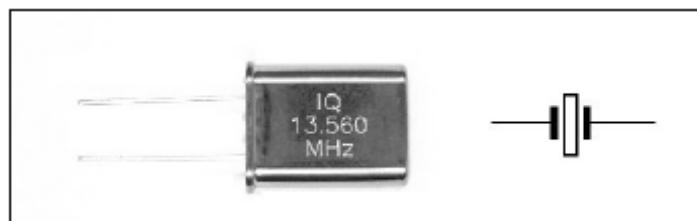
Tranzistorju služijo sestavljanju oscilatorja in kot močnostni ojačevalnik. Učni komplet vsebuje NPN-tranzistor BC547C in PNP-tranzistor BC557C. Pri vgradnji je treba upoštevati zaporedje priključitve. Na slikah sestave posameznih preizkusov boste prepoznali ploščato stran ohišja, na kateri se nahaja tudi tipski napis.



Slika 2.6: Priključki tranzistorjev

PNP-tranzistor BC557C ima popolnoma enako razporeditev priključkov kot NPN-tranzistor BC547C. Stikalni simboli se razlikujejo samo v smeri puščice emitorja. Zamenjava tranzistorjev v navedenih vezjih sicer ne pripelje do poškodb, vendar preprečuje pravilno delovanje.

Kvarc s frekvenco 13,56 MHz skrbi za ohranjanje natančne frekvence oscilatorja. Vsi preizkusi brez težav vedno delujejo na pravilni frekvenci.

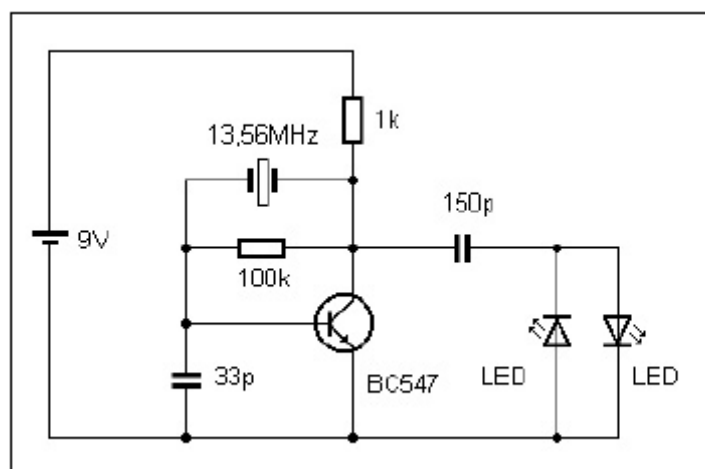


Slika 2.7: Kvarc

3 Kvarčni oscilator

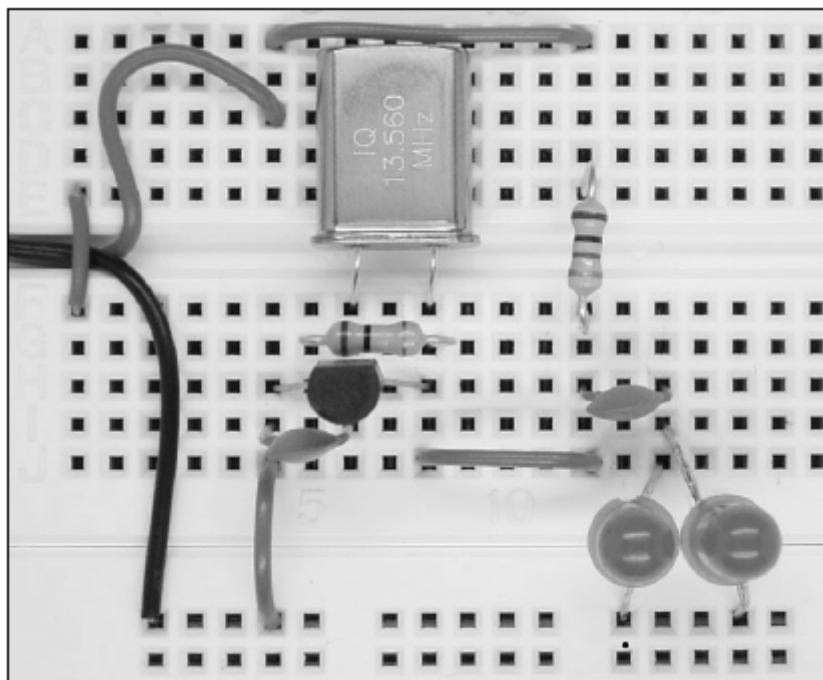
Oscilator ustvarja električne nihaje določene frekvence. V tem primeru nihajni kvarc poskrbi za natančno vrednost 13,56 MHz. Gre za frekvenco na kratkovalovnem območju, ki je dovoljena za znanstvene in eksperimentalne namene.

Enostavno oscilatorsko vezje na sliki 3.1 prikazuje NPN-tranzistor z vezavo emitorja. Kvarc se nahaja med kolektorjem in emitorjem. Dodaten kondenzator s 33 pF, vezan med bazo in maso, izboljša nihanje.



Slika 3.1: 13,56 MHz oscilator

Na izhodu vezja sta priključeni dve LED, ki služita kot indikatorja za obstoječa visokofrekvenčna nihanja. Vezni kondenzator s 150 pF za enosmerno napetost kolektorja predstavlja izolator, vendar je pri uporabljeni visoki frekvenci njegova kapacitivno upornost samo še 60 Ω .



Slika 3.2: Sestava kvarčnega oscilatorja

Vključite obratovalno napetost. Če obe LED svetita, potem je to jasen znak, da oscilator pravilno niha. Če ne, potem je nekje napaka. Preverite naslednje možne vire napake:

- Ali je baterija še dobro in pravilno priključena? Izmerite napetost pod obremenitvijo s pomočjo voltmetra ali pa imejte pripravljeno novo baterijo za namen primerjave.
- Ali je tranzistor pravilno vstavljen? Prepričajte se, da tranzistorjev BC547 (NPN) in BC557 (PNP) niste zamenjali. Preverite lego priključkov E, B in C.
- Natančno primerjajte vse povezave in uporabljene komponente z vezalnim načrtom in s sliko sestave.

Ti trije napotki za iskanje napake veljajo tudi za vse nadaljnje preizkuse. Vendar boste ugotovili, da se posamezne vezave spreminjajo in nadgrajujejo samo v majhnih korakih. Predvsem za začetnike na področju elektronike je priporočljivo, da preizkuse izvajajo natančno v skladu s predlaganim zaporedjem. V nasprotju s tem pa so dodatni preizkusi bolj namenjeni poglobljanju znanja. Prav gotovo se boste domislili še popolnoma drugih preizkusov in nadgradenj.

Dodatni preizkus 1: Sprejmite signal oscilatorja s pomočjo kratkovalovnega radia pri 13,56 MHz (valovna dolžina 22 m). Čeprav antena ni priključena, lahko na bližnjem območju sprejmete dovolj močen signal. Sicer pa je vaš oddajnik popolnoma tih, torej nemoduliran. V kasnejšem preizkusu boste izvajali tudi prenos glasbe.

Dodatni preizkus 2: Iz vezja odstranite kvarc. LED več ne svetita. To je dokaz, da je visokofrekvenčna energija dejansko povzročila, da sta LED svetili.

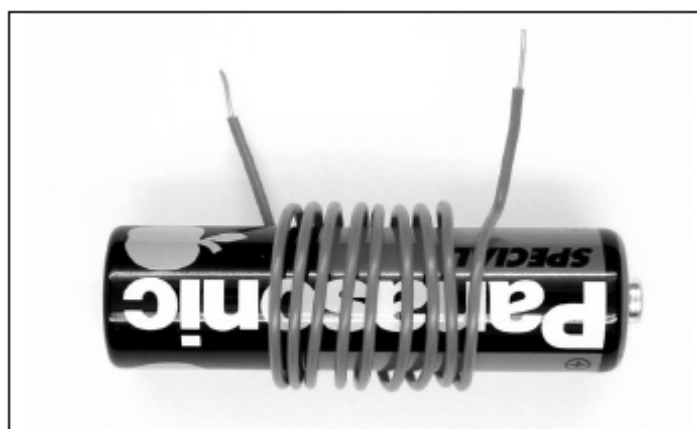
Dodatni preizkus 3: Ponovno vstavite kvarc in odstranite eno izmed LED. Tudi preostala LED nato več ne sveti. Razlaga: LED kot dioda usmerja visokofrekvenčno napetost. Vezni kondenzator se napolni do te mere, da se pri LED ustvari zapora.

4 Nihajni krog

Pri tem preizkusu se prvič uporabi nihajni krog iz tuljave in kondenzatorja. Za kasnejše preizkuse potrebujete skupno dve tuljavi za nihajni krog z 9 navoji, 15 mm notranjim premerom in dolžino pribl. 20 mm ter dve povezovalni tuljavi s samo štirimi navoji.

Uspešnost preizkusov je v veliki meri odvisna od tuljav, ki jih sami sestavite, tako da jih navijete kot prostostoječe zračne tuljave. Kot ovojni nastavek s 14 mm zunanjim premerom služi npr. baterija tipa AA (Mignon).

Priložene ovite žice so dolge en meter. Eno od rdečih žic ločite na dve polovici popolnoma enake dolžine. Že sedaj odstranite izolacijo na koncu v dolžini pribl. 5 mm. Nato žico z desetimi navoji tesno in močno ovijte okoli baterije ali druge okrogle palice s 14 mm premerom. Ko žico izpustite, se malce sprostí, tako da dobite tuljavo z notranjim premerom 15 mm in devetimi navoji.

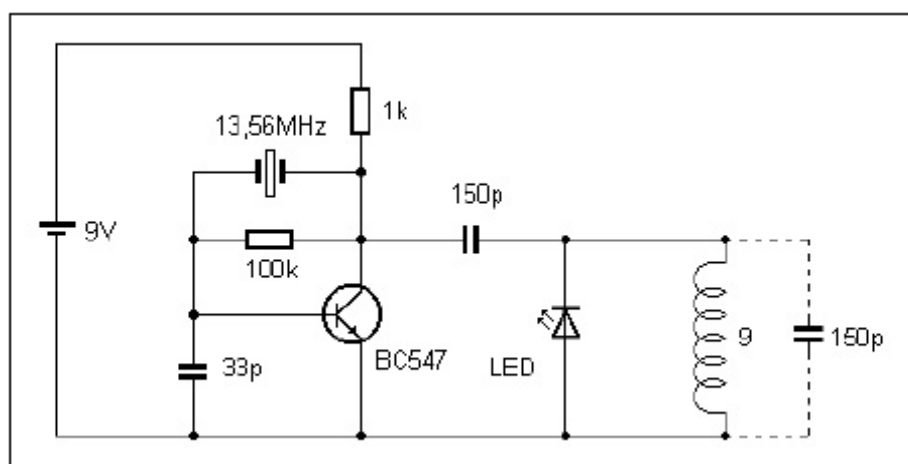


Slika 4.1: Navijanje tuljave

Konce pravokotno upognite. Tuljava je sedaj krajša, kot jo potrebujete, in jo šele pri vgradnji v vezje raztegnete na ustrezno dolžino. Fino naravnavanje podatkov tuljave poteka z nastavitvijo dolžine. Če tuljavo raztegnete na večjo dolžino, potem se zmanjša njena induktivnost.

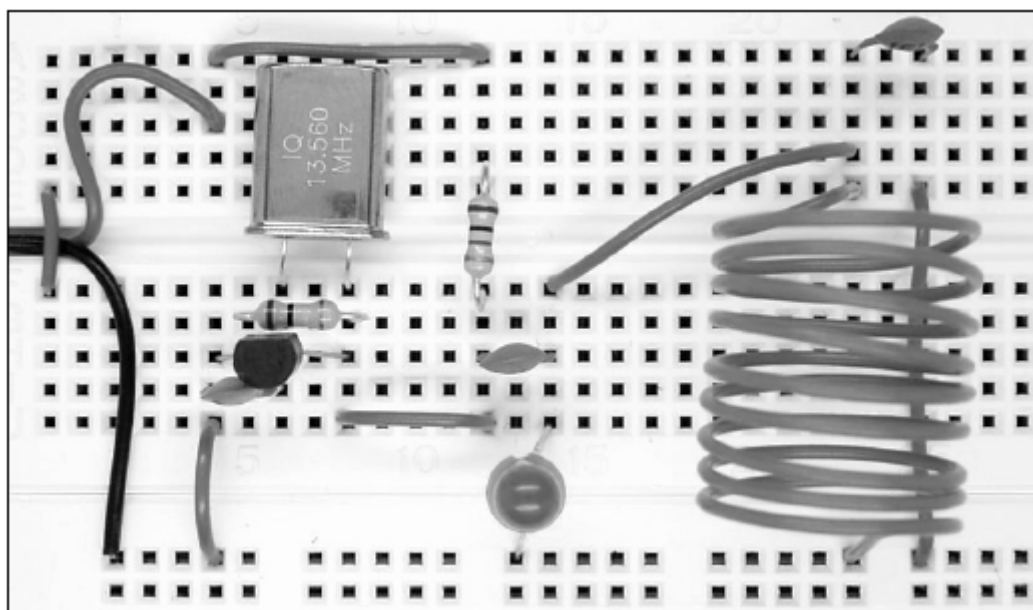
Iz čistega računskega vidika je potrebna tuljava z induktivnostjo $0,918 \mu\text{H}$, tako da lahko v kombinaciji s kondenzatorjem s 150 pF doseže resonančno frekvenco $13,56 \text{ MHz}$. Pri praktični uporabi je resonanca dosežena pri dolžini tuljave pribl. 25 cm. Teoretičen izračun induktivnosti tuljave nato znaša $0,73 \mu\text{H}$, kar pomeni, da bi morala biti resonančna frekvenca pravzaprav previsoka. Vendar pa v praktični realizaciji nihajnega kroga nastopita dva faktorja, ki vodita do manjše resonančne frekvence. Po eni strani imajo tudi povezovalni vodniki svojo induktivnost, po drugi strani pa imajo predvsem kontaktne vzmeti kapaciteto, ki je ne smemo zanemariti. V praksi torej pomaga samo fino naravnavanje s prilagoditvijo dolžine. Nastavitveno območje sega od pribl. $0,6 \mu\text{H}$ (dolžina: 30 mm) do $1,2 \mu\text{H}$ (dolžina: 15 mm).

Slika 4.2 prikazuje prvo uporabo tuljave. Nahaja se vzporedno z eno samo LED na izhodu oscilatorja. Pri tej uporabi tuljava služi odvajanju enosmernega toka skozi LED. Torej ne potrebujete več dveh nevzporednih LED, temveč je dovolj samo ena.



Slika 4.2: Uporaba tuljave na izhodu oscilatorja

Najprej sestavite vezje še brez kondenzatorja, ki je označen s črkanimi črticami. Opazili boste, da LED sveti samo še zelo šibko ali pa sploh ne. Če namreč izračunamo induktivno upornost tuljave pri delovni frekvenci, potem pridemo na samo pribl. 80 Ω . Upad napetosti na tej induktivni upornosti je majhen. Šele od 1,6 V naprej začne LED šibko svetiti.



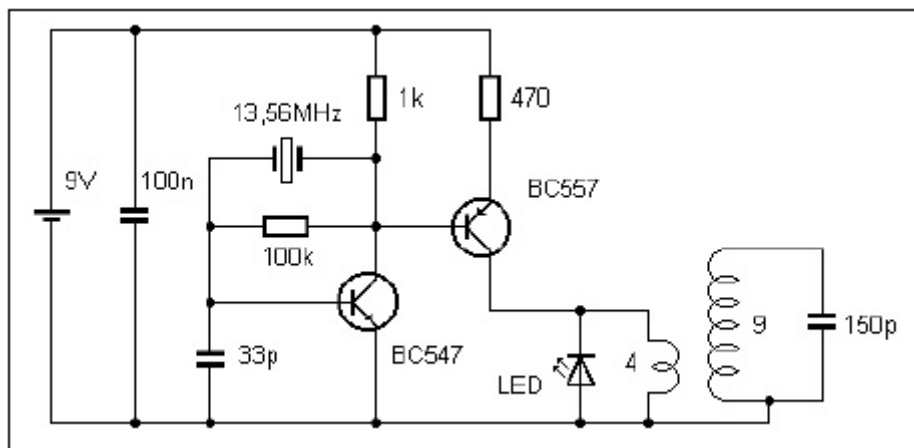
Slika 4.3: Vzporedni nihajni krog

Nato vzporedno s tuljavo vstavite drugi kondenzator s 150 pF. LED sedaj začne svetlo svetiti. Tuljava in kondenzator tvorita vzporedni nihajni krog, ki ima pri resonančni frekvenci visoko resonančno upornost. Natančno naravnavanje tuljave pri tem preizkusu še ni potrebno, saj oscilator in LED močno dušita ta nihajni krog, s čimer ima veliko pasovno širino.

5 Visokofrekvenčni ojačevalnik

Za naslednje preizkuse potrebujete večjo visokofrekvenčno moč, za katero oscilator sam ne more poskrbeti. Iz tega razloga drugi tranzistor poskrbi za potrebno ojačanje moči. Hkrati ojačevalnik tudi zmanjša povratno učinkovanje z izhoda na kvarčni oscilator. Dodan ojačevalnik na sliki 5.1 uporablja PNP-tranzistor BC557.

Emitorski upor s $470\ \Omega$ povzroča negativno povratno vezavo in definiran izhodni tok. Izhod je zaščiten pred kratkim stikom in napačno prilagoditvijo, saj izhodna stopnja deluje kot krmiljen vir napajanja. Sicer je z drugimi vezavami možno doseči večjo izhodno moč, vendar je prikazan ojačevalnik primeren za eksperimentalno delo. Tok je omejen na pribl. 20 mA, s čimer omogoča daljšo življenjsko dobo baterije. Izhod ima poleg tega visoko notranjo upornost, s čimer v izhodni krog komajda prinaša dodatno dušenje.



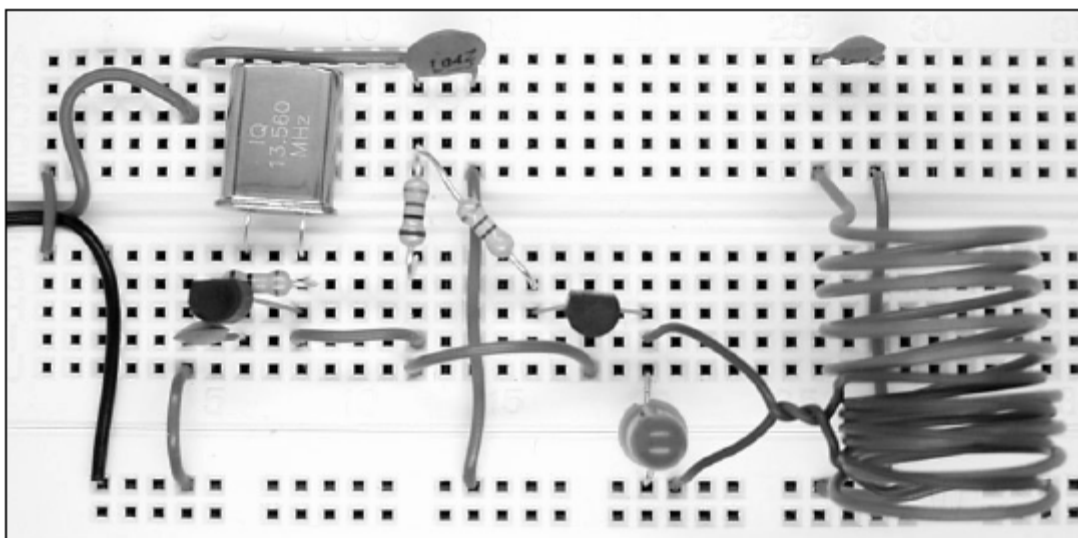
Slika 5.1: Vezava oddajnika z ojačevalnikom

Za priključitev na resonančni krog se uporablja povezovalna tuljava s štirimi navoji. Tuljavo s pribl. 50 mm dolgimi konci ovijte okoli ovojnega nastavka, npr. baterije tipa AA (Mignon), nato pa dovodne žice prepletite v bližini tuljave. Tako boste poskrbeli za dolgoročno stabilno povezovalno tuljavo, ki jo lahko vstavite med navoje tuljave za nihajni krog.



Slika 5.2: Navijanje povezovalne tuljave

Za prvi preizkus povezovalno tuljavo vstavite v bližini "hladnega konca", torej na strani mase tuljave za nihajni krog. Vsak navoj povezovalne tuljave je treba potisniti med navoje tuljave za nihajni krog. Dolžina tuljave za nihajni krog se določi s sestavo v skladu s sliko 5.2 na pribl. 25 mm. Vključite obratovalno napetost in opazujte LED, ki je vzporedna s povezovalno tuljavo.



Slika 5.3: Sestava z ojačevalnikom in nihajnim krogom

Nato previdno spreminjajte dolžino tuljave za nihajni krog. Ugotovili boste, da obstaja jasen maksimum svetilnosti LED pri točno določeni dolžini. Nihajni krog ima nato svojo maksimalno nihajno amplitudo. Tuljava za nihajni krog in povezovalna tuljava tvorita transformator. Iz tega razloga je maksimum tudi viden na primarni strani s pomočjo svetilnosti LED.

Nastavitev resonance ni tako enostavna in zahteva nekaj spretnosti. Poskusite izvesti trajno kalibracijo tuljave, tako da priključne žice previdno potegnute narazen ali pa jih stisnete skupaj. Stik s kožo vodi do določene razglasitve kroga. Dotaknite se samo zadnjega navoja na strani mase ali pa za fino naravnavanje uporabite izolacijski predmet kot sta npr. vžigalica ali zobotrebec.

V primeru resonance je induktivna upornost tuljave popolnoma enaka kapacitivni upornosti kondenzatorja za nihajni krog. Pri 13,56 MHz velja: $L = 0,9 \mu\text{H}$, $R_L = 80 \Omega$, $C = 150 \text{ pF}$, $R_C = 80 \Omega$. Resonančni krog ima visoko resonančno upornost, ki je močno odvisna od dušenja. Pri nepriključenem nihajnem krogu lahko računate s faktorjem kakovosti 50, kar pomeni, da resonančna upornost doseže pribl. $80 \Omega \cdot 50 = 4 \text{ k}\Omega$. Pri vezavi v teh navodilih za uporabo za dušenje kroga pretežno skrbi LED na povezovalni tuljavi, pri čemer je možno izhajati iz faktorja kakovosti pribl. 20. S tem je dosežena pasovna širina pribl. $13,56 \text{ MHz} / 20 = 0,7 \text{ MHz}$. Za nastavitev maksimalne svetilnosti se mora resonančna frekvenca ohranjati na natančnosti, večji od 5 %.

Sestava že prikazuje načelo vsakega Teslinega generatorja (primerjajte priročnik "Preizkusi s Teslino energijo" na strani 20). Majhna povezovalna tuljava vzbuja nihajni krog s številnimi navoji v nihanja na resonančni frekvenci. Na vročem koncu nihajnega kroga tako dobite močno povečano napetost.

Meritve z osciloskopom prikazujejo naslednje vrednosti: Na primarni tuljavi je z LED dosežena napetost 4 Vss, brez LED pa pribl. 6 Vss. V skladu z razmerjem navojev 4:9 lahko brez LED sekundarno pričakujete napetost od 9 Vss do 13,5 Vss. Dejansko je na voljo višja napetost vse do 15 Vss in več, saj je magnetna vezava med tuljavama relativno ohlapna. Pri tem je treba upoštevati tudi to, da merilna konica osciloskopa že povzroča znatno dodatno dušenje. Dejansko je torej treba pričakovati še bistveno več napetosti.

Dodatni preizkus 1: Optimalno nastavljene tuljave se dotaknite z roko. LED sveti šibkeje. Vaša roka povzroči tako razglasitev kot tudi dodatno dušenje kroga. Dušenje je močno

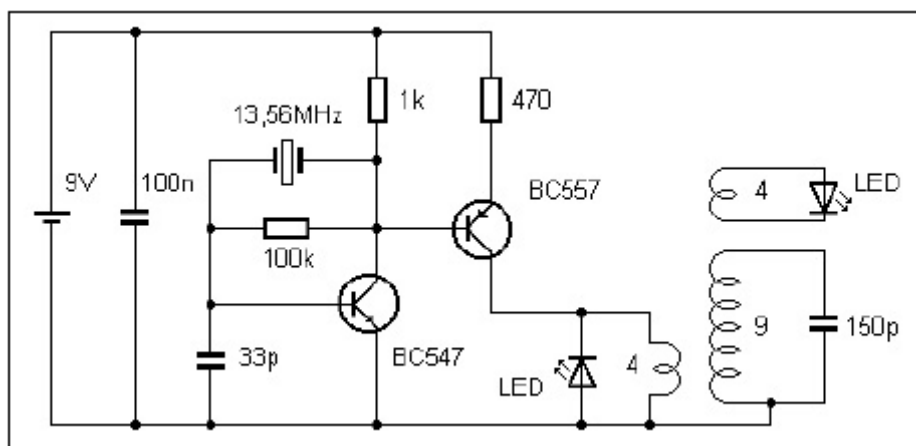
odvisno od vlažnosti kože. Druga možnost je, da se tuljave dotaknete z izvijačem ter tako dosežete močno dušenje z vrtničnimi tokovi železa.

Dodatni preizkus 2: Povezovalno tuljavo do polovice izvlecite iz tuljave za nihajni krog. Tako dosežete slabšo vezavo. Nihajni krog se manj duši in ima večji faktor kakovosti in manjšo pasovno širino. Resonančni maksimum je sedaj še ostrejši in zahteva posebej natančno naravnavanje.

Dodatni preizkus 3: Povezovalno tuljavo v celoti izvlecite iz tuljave za nihajni krog. LED neha svetiti. Induktivnost povezovalne tuljave je s pribl. $0,4 \mu\text{H}$ tako majhna, da praktično predstavlja kratek stik. Induktivna upornost pri $13,56 \text{ MHz}$ znaša samo pribl. 30Ω .

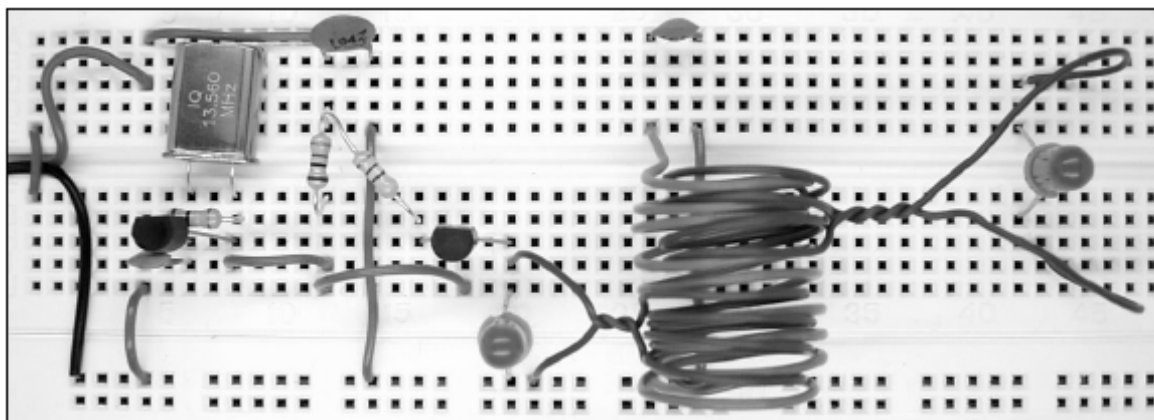
6 Proizvajanje visokofrekvenčne moči

Doslej se je LED kot indikator napetosti nahajala neposredno na izhodu visokofrekvenčnega ojačevalnika. Za še natančnejšo demonstracijo, da v nihajnem krogu nastaja visoka visokofrekvenčna napetost, je potrebna uporaba druge povezovalne tuljave za proizvodnjo energije iz kroga. Izdelajte drugo povezovalno tuljavo, ki mora imeti za naslednje preizkuse vsaj 80 mm dolge priključne žice.



Slika 6.1: Proizvajanje energije s pomočjo druge povezovalne tuljave

Sestava zahteva novo naravnavanje resonance. Sedaj svetita obe LED. Tudi na drugi LED boste ugotovili močan maksimum svetilnosti.



Slika 6.2: Vezava transformatorja za drugo LED

Dodatni preizkus 1: Odstranite prvo LED na izhodu visokofrekvenčnega ojačevalnika. Sedaj morate nihajni krog morda na novo naravnati, saj ima vsaka LED tudi svojo kapaciteto, ki malce zniža frekvenco. Preostala LED nato svetleje sveti, kar pomeni, da se prek nihajnega kroga proizvaja več moči.

Dodatni preizkus 2: Povečajte obratovalno napetost za povečanje izhodne moči in s tem svetilnosti LED. Zaporedno povežite dve ali tri 9 V blok baterije. Pole baterij povežite s pomočjo dveh ločenih baterijskih sponk, pri čemer pri eni priključite samo rdečo žico (plus) in pri drugi samo črno žico (minus).



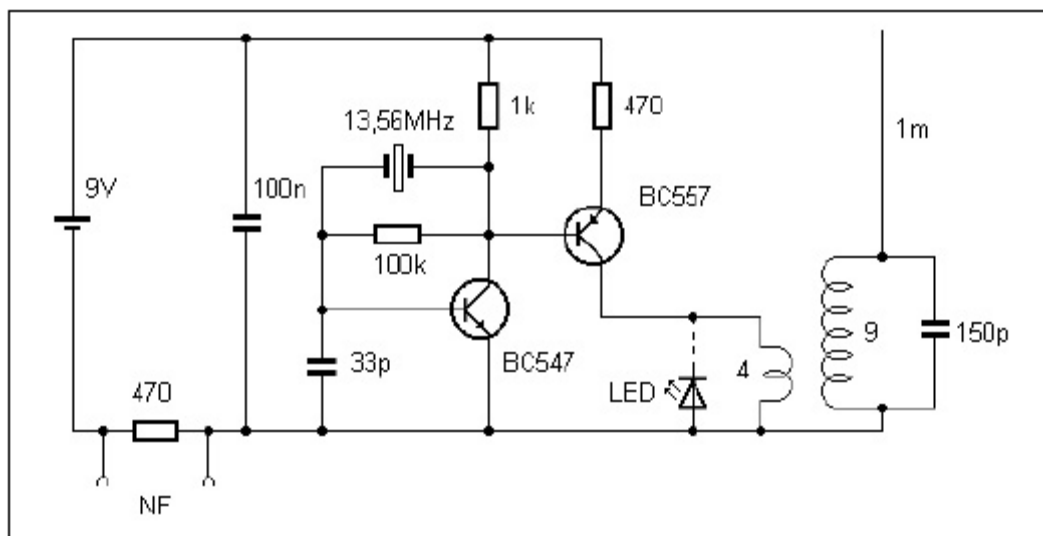
Slika 6.3: Zaporedna vezava dveh baterij

Dodatni preizkus 3: Zmanjšajte vezavo z ojačevalnikom in LED, tako da povezovalni tuljavi delno izvlečete iz tuljave za nihajni krog. Sam nihajni krog ima nato večji faktor kakovosti in dosega višjo resonančno napetost. Opazili boste manjšo pasovno širino.

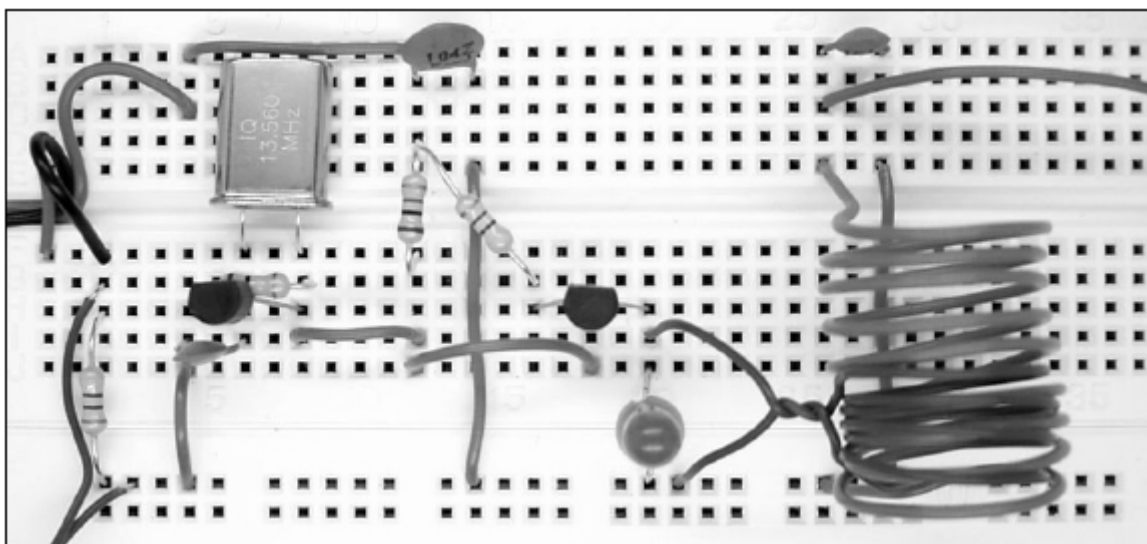
Dodatni preizkus 4: Povezovalno tuljavo ločite od nihajnega kroga in jo od strani približajte krogu. Tudi na oddaljenosti pribl. 5 mm od tuljave za nihajni krog se še inducira dovolj velika napetost, da LED začne svetiti.

7 Oddajnik z amplitudno modulacijo

Da lahko visokofrekvenčni generator spremenite v pravi oddajnik, je treba rešiti dve nalogi - modulacijo in karseda učinkovito oddajanje antene. Na kratkovalovnem območju se uporablja amplitudna modulacija. Ustreden vir signala lahko preprosto zaporedno vežete z baterijo, kar omogoča modulacijo amplitude. Na sliki 7.1 je uporabljen serijski upor s 470 Ω , na katerega je možno priključiti nizkofrekvenčno napetost. Tukaj lahko priključite npr. izhod za slušalke CD-predvajalnika ali kasetofona.

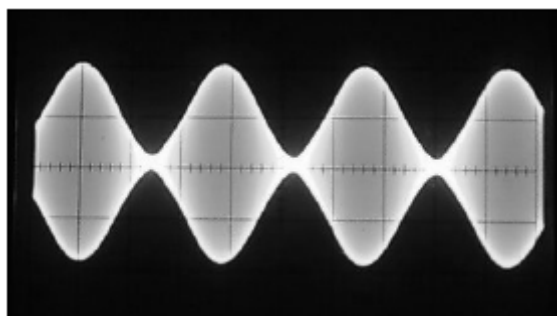


Slika 7.1: Oddajnik z nizkofrekvenčnim modulacijskim vhodom



Slika 7.2: Priključki za modulacijo in anteno

Oscilogram na sliki 7.3 je bil posnet z nizkofrekvenčnim generatorjem zvoka kot modulatorjem. Nastavitev ojačanja brez popačitev v bližini 100 % stopnje modulacije je jasno vidna. Poskus sprejema s kratkovalovnim radiem potrdi čisto modulacijo. Šele pri preobremenitvi ojačevalnika nastopijo slišne popačitve.



Slika 7.3: Izhodni signal z amplitudno modulacijo

Učinkovito oddajanje visokofrekvenčne energije običajno zahteva dovolj dolgo in dobro naravnano anteno. Polvalovni dipol bi bil za 13,56 MHz dolg 11 m. Z obstoječimi žicami je

možno udejanjiti samo močno skrajšano anteno, pri čemer se dejansko odda le majhen del visokofrekvenčne moči, ki je na voljo. Velika večina se v nihajnem krogu pretvori v toploto. Kljub temu je možno z lahkoto doseči domet nad 20 m.

Najbolje je, da kratko anteno dolžine pribl. enega metra priključite na vročem koncu nihajnega kroga, ki ima karseda visoko resonančno napetost. LED potrebujete samo za nastavitev optimalne resonance, nato jo je treba odstraniti. Oddajnik je nato jasno in razločno slišen s pomočjo kratkovalovnega radia. Frekvenca 13,56 MHz se nahaja izven območja drugih radijskih pasov, tako da vam ni treba skrbeti, da bi koga motili. Pri tem je treba povedati, da je lasten radijski oddajnik na tej frekvenci v vsakem primeru nelegalen. Torej izvedite samo kratke preizkuse in se po možnosti izognite rednemu programu.

Pri ustvarjanju elektromagnetnih valov je treba jasno razlikovati med bližnjim poljem na območju pod eno valovno dolžino in med daljnim poljem nad eno valovno dolžino. Običajni radijski in radioamaterski oddajniki oddajajo v daljnem polju, saj morajo premostiti karseda veliko razdaljo. Običajni Teslini preizkusi na področju brezžičnega prenosa električne energije pa se izvajajo v bližnjem polju. Velik Teslin generator deluje npr. pri resonančni frekvenci 100 kHz, torej pri valovni dolžini 3.000 m. Če z njim uspe prenos energije na razdalji 10 m, se vsekakor še nahajamo v bližnjem polju. Tukaj še ne smemo govoriti o širjenju valovanja, temveč kvečjemu o vezavi prek električnih in magnetnih polj. Takšni preizkusi s povezanimi krogi v bližnjem polju so natančneje opisani v naslednjih odstavkih.

Tukaj sestavljen majhen AM-oddajnik pa je možno sprejemati tudi v daljnem polju, torej na oddaljenosti več kot 22 m, kar pomeni, da ustvarja pravo elektromagnetno valovanje. Močno fokusiranje elektromagnetne energije pa je pri tem komajda možno, kar pomeni, da se visokofrekvenčna energija razporedi po celotnem prostoru. Do radijske antene prispe samo še zelo majhen del oddajne moči. Vendar pa ima sprejemnik močno ojačanje in lahko izkoristi majhno vhodno moč.

Če želimo čez velike razdalje ciljno prenašati elektromagnetno energijo, moramo uporabiti učinkovite smerne antene, ki morajo biti bistveno večje od valovne dolžine. Iz tega razloga je ugodneje delati z majhnimi valovnimi dolžinami, torej npr. z mikrovalovi. V nasprotju s tem je pri velikih valovnih dolžinah močno fokusiranje nerealistično.

Dodatni preizkus 1: Raziščite domet svojega oddajnika s pomočjo prenosnega kratkovalovnega radia.

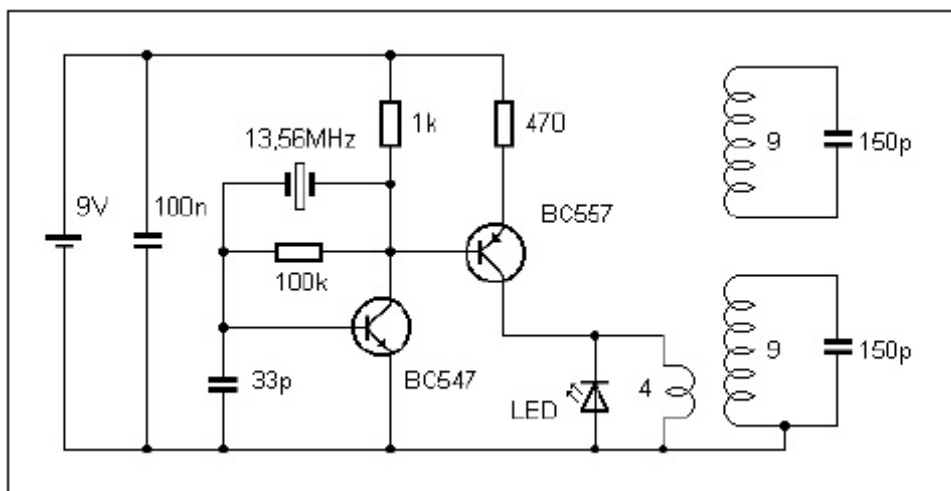
Dodatni preizkus 2: Uporabite dodatni ozemljitveni priključek in povečajte dolžino antene na 2 m. Na novo naravnajte nihajni krog s pomočjo LED, nato pa LED odstranite. Ponovno raziščite domet. Sedaj bi morali premostiti razdalje do 50 m.

8 Magnetno povezani resonančni krogi

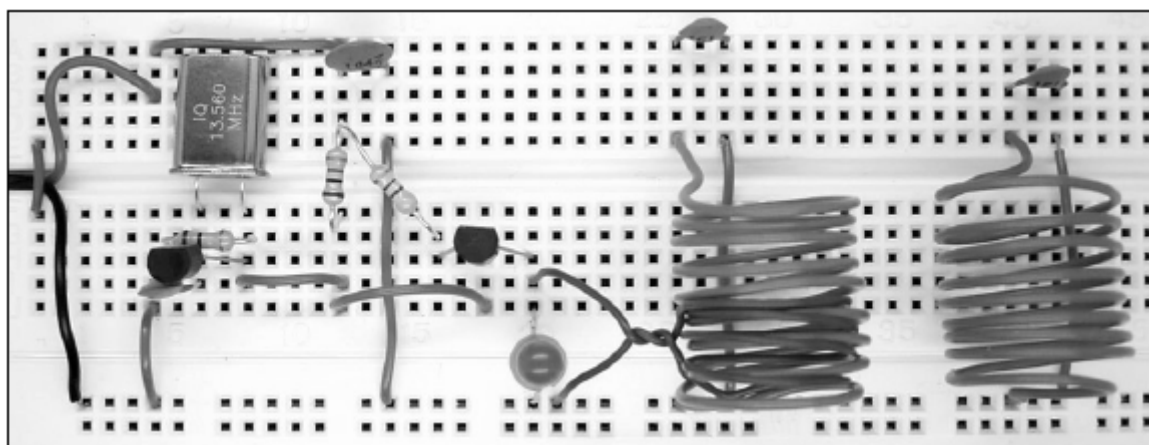
Dva nihajna kroga z enako resonančno frekvenco imata tudi pri slabi vezavi veliko izmenjavo energije. To je bila osnovna zamisel Nikole Tesle (primerjajte priročnik "Preizkusi s Teslino energijo" na strani 56), ki je prek povezanih krogov ustvarjal izjemno visoke resonančne napetosti in je lahko prenašal energijo tudi čez relativno velike razdalje.

Če dve tuljavi za nihajni krog vzporedno razporedite, obstaja predvsem magnetna vezava. Linije magnetnega polja enega kroga delno prebijajo tudi drugi krog in ga vzpodbujajo k nihanjem.

Vezava na sliki 8.1 prikazuje ta princip. Dodatni nihajni krog ni neposredno povezan z vezjem, temveč je električno v celoti izoliran. Stopnja magnetne vezave je močno odvisna od razdalje.



Slika 8.1: Magnetno povezana nihajna kroga



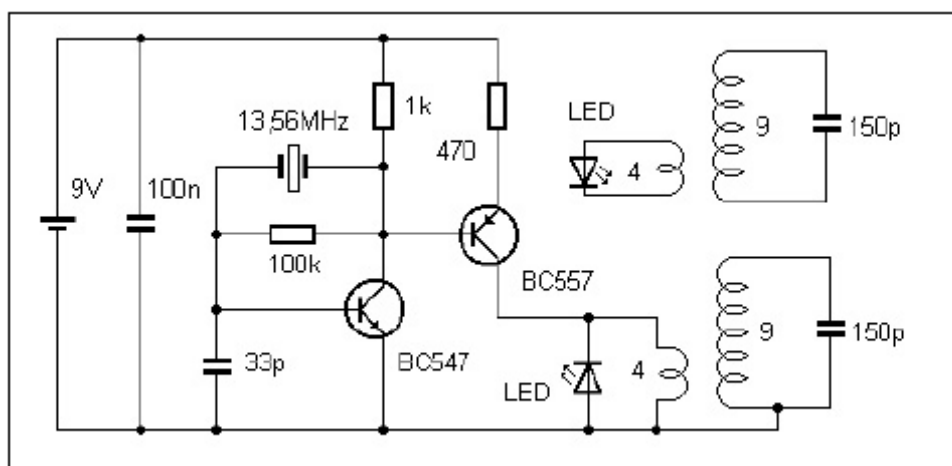
Slika 8.2: Sestava drugega nihajnega kroga

Pri sestavi vezja upoštevajte, da se prva tuljava za nihajni krog še nahaja na levi polovici preizkusne ploščice in je povezana z maso. V nasprotju s tem pa desna tuljava zaradi prekinitev masne letve ni prevodno povezana. Prvo tuljavo najprej nastavite na maksimalno svetilnost. Šele nato sestavite dodaten resonančni krog. Nato drugi krog uskladite z resonančno frekvenco. Videli boste, da LED šibkeje sveti ali pa v celoti neha svetiti. Pri uskladitvi resonance nestično vezanega kroga lahko jasno vidite minimalno svetilnost. Na tem mestu se iz oddajnega kroga pridobiva maksimalna energija. Energija, ki jo prevzame drugi nihajni krog, se nazadnje v ohmskem žičnem uporju tuljave skoraj popolnoma pretvori v toploto.

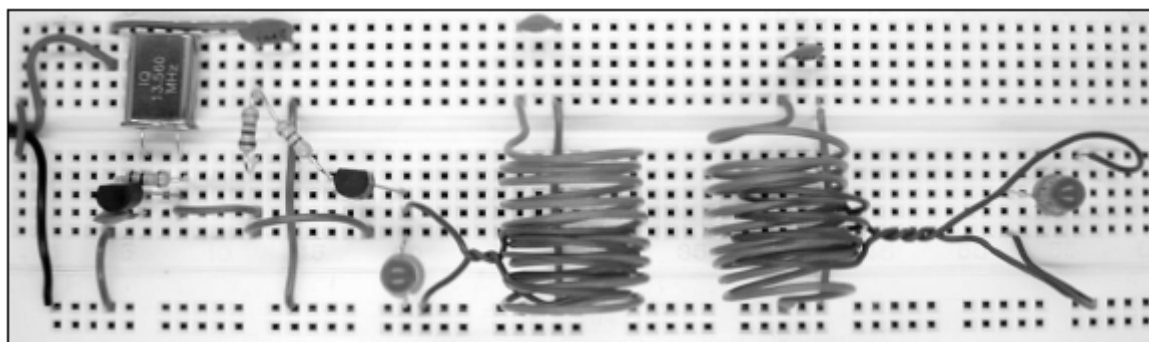
Ta princip se uporablja v tako imenovanem dipmetru, ki služi merjenju resonančnih frekvenc. Oscillator, ki ga je možno naravnati, nestično povežete s predmetom merjenja, nato pa prikazuje maksimalni upad (dip) napetosti nihajnega kroga v primeru resonance. Dipmeter je priljubljen merilnik za iskanje in nastavitve resonančnih frekvenc.

Dodatni preizkus 1: Drugi krog naravnajte na resonanco, tako da LED doseže minimalno svetilnost. Nato z dodatno žico povzročite kratek stik v drugem krogu. LED ponovno doseže svojo polno svetilnost. Tukaj imamo paradokso situacijo, da kratek stik povzroči povečanje napetosti. Prav v skladu s tem principom delujejo novi RFID-sistemi (RFID = Radio Frequency Identification). Oddajna tuljava ustvari izmenično polje s 13,56 MHz in inducira napetost v nihajnem krogu RFID-transponderja. Prestrežena energija napaja čip, ki nato pošilja podatke, tako da duši nihajni krog v časovno definiranem vzorcu. Oddajnik zazna, kdaj se iz njega črpa energija in lahko tako odčita signal.

Dodatni preizkus 2: Drugi krog opremiti s povezovalno tuljavo in LED. V primeru resonance dodatna LED prikazuje maksimalno svetilnost, prva LED pa minimalno svetilnost. V ekstremnem primeru se lahko zgodi, da prva LED na izhodu oddajnika ne sveti, medtem ko LED na drugem nihajnem krogu doseže maksimalno svetilnost. Nihajni krog z majhno napetostjo torej vzbudi drug nihajni krog, ki poveča svojo napetost. V krogu z enosmernim tokom nekaj primerljivega ni znano, kar pomeni, da prazna baterija nikoli ne bi mogla napolniti akumulatorske baterije, ki že ima višjo napetost. Pri krogu z izmeničnim tokom pa je treba upoštevati še razmerje faz. Manjša napetost lahko vzbudi nihajni krog, če napetost prehiteva tok za 90 stopinj. Postopek je primerljiv z vzbujanjem nihala. Nihalo lahko z zelo majhnim premikanjem svoje roke vzbudite do velikih nihanj, tako da svoje premikanje koordinirate tako, da vedno za četrto nihaja prehitevate nihanjem nihala. Točno tak primer lahko nastopi tudi pri vzbujanju električnega nihajnega kroga.



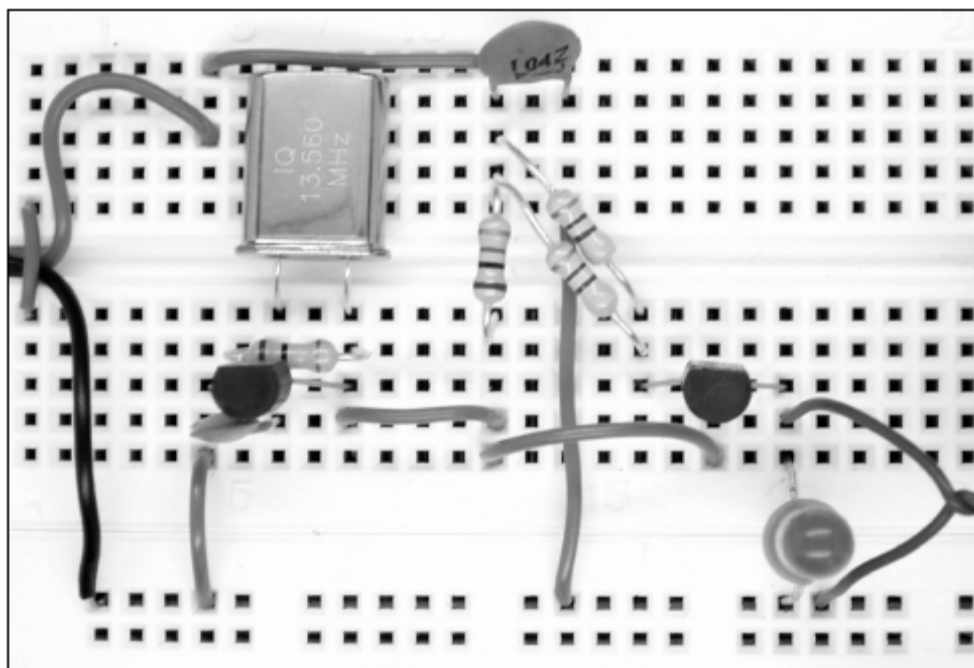
Slika 8.3: Uporaba prenesene energije v drugi LED



Slika 8.4: Dodatna povezovalna tuljava

Dodatni preizkus 3: Spremenite razdaljo med obema krogoma. Do razdalje 5 cm bi še morali zaznati dip resonance, če drugi krog deluje brez LED. Višji kot je faktor praznega teka, manjša je lahko vezava.

Dodatni preizkus 4: Povečajte oddajno moč, tako da emitorski upor izhodnega tranzistorja razpolovite z vzporedno vezavo drugega 470 Ω upora.

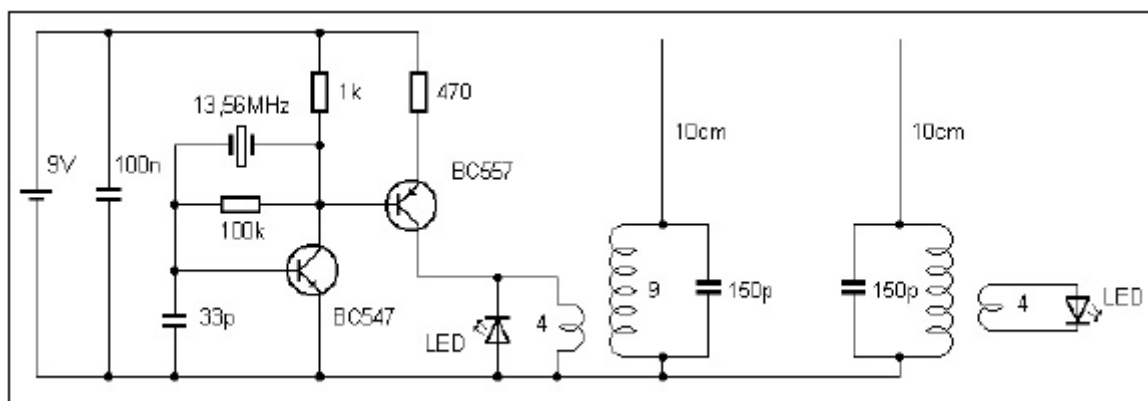


Slika 8.5: Vzporedna vezava emitorskih uporov

9 Električna vezava nihajnih krogov

Sedaj oba kroga razporedite na razdalji več kot 6 cm. Magnetna vezava tako več ni možna. Vendar pa drugi krog tokrat povežete z maso. Oba kroga dodatno prejmeta pribl. 10 cm dolga kosa žice, ki ju kot anteno priključite na vročem koncu. Drugi nihajni krog dodatno prejme povezovalno tuljavo z drugo LED.

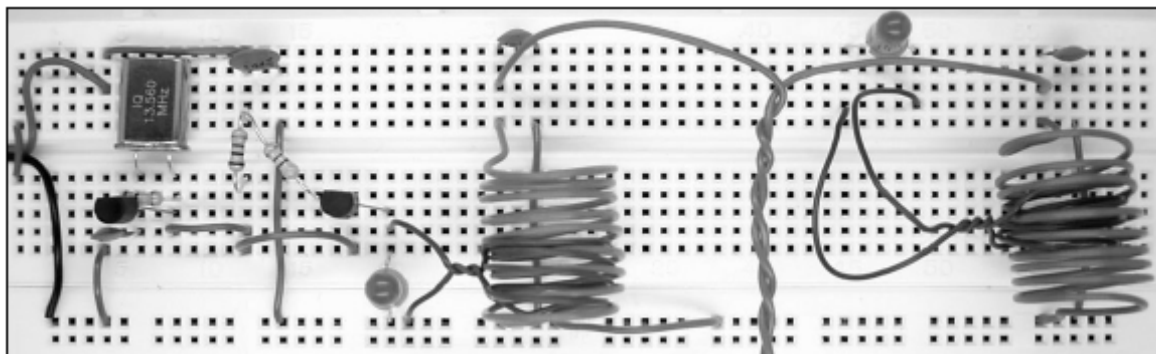
Najprej prvi krog nastavite na maksimalno svetilnost. Nato drugi krog še brez povezovalne tuljave naravnajte na resonanco. Ko se obe anteni nahajata relativno blizu skupaj, lahko ponovno vidite že znan dip resonance.



Slika 9.1: Vezava prek dveh antenskih žic

Razporeditev je sedaj že skoraj v skladu z izvirno zamislijo Nikole Tesle (primerjajte priročnik "Preizkusi s Teslino energijo" na strani 56), s to razliko, da je Tesla na vrh antene pritrdil še kovinsko kroglo. Podobno funkcijo ima še danes uporabna kapaciteta strehe pri močno skrajšanih navpičnih antenah. Lahko domnevamo, da kratki kosi žice delujejo kot oddajna in sprejemna antena. Vendar so dejansko prekratki za učinkovito oddajanje. Poleg tega je treba upoštevati, da je razdalja zelo majhna v primerjavi z valovno dolžino. Iz tega

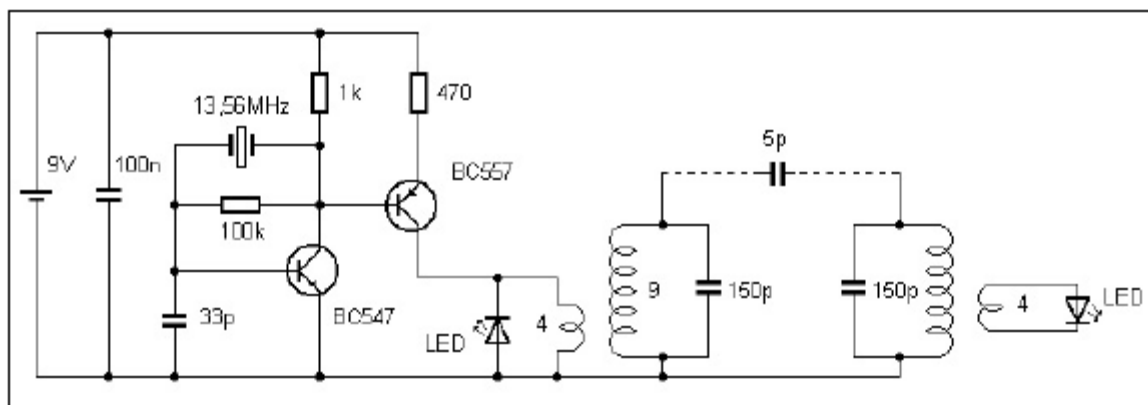
razloga se ponuja drug vzorec razlage: Obe žici skupaj tvorita kondenzator. Vezava nihajnih krogov torej poteka prek električnega polja med obema žicama.



Slika 9.2: Električna vezava prek prepletenih antenskih žic

Pri sestavi vezja upoštevajte žični mostiček za povezavo obeh masnih letev. Dovolj močno vezavo dosežete samo v primeru, da imata oba nihajna kroga skupno maso.

Dodatni preizkus 1: Obe antenski žici prepletite na dolžini 5 cm. Tako nastane majhen kondenzator s kapaciteto pribl. 5 pF. Prenesena energija nato zadostuje, da LED na drugem nihajnem krogu začne svetiti.



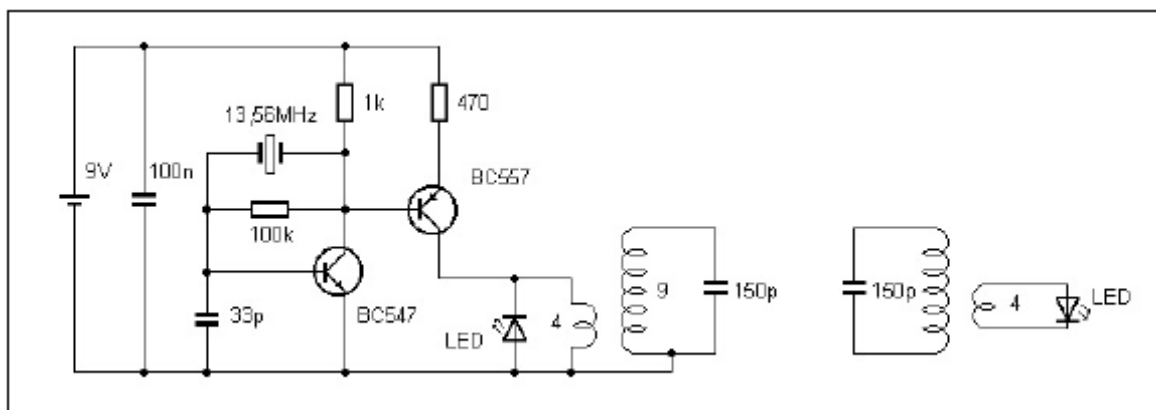
Slika 9.3: Sestava veznega kondenzatorja

Dodatni preizkus 2: Povečajte obratovalno napetost z zaporedno vezavo dveh 9 V baterij na 18 V. Z oddajno močjo se nato poveča tudi svetilnost LED.

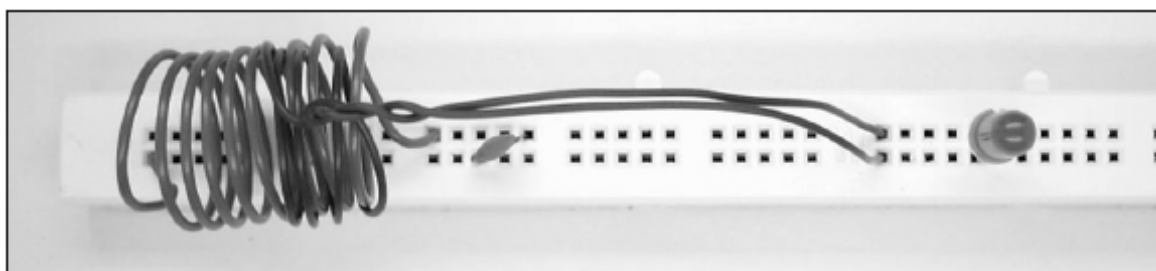
10 Visokofrekvenčna poljska sonda

Drug resonančni krog sedaj sestavite na ločenem kontaktnem traku. Uporabite dodatno povezovalno tuljavo in dodatno LED. Tuljava za nihajni krog se mora nahajati na sprednjem koncu traku in jo lahko nato enostavno pritrdite v bližini oddajnika. Najprej testirajte maksimalno svetilnost orientacije za naravnavanje, ki je vzporedna z oddajno tuljavo.

Vezava tukaj poteka skoraj izključno prek magnetnega izmeničnega polja oddajne tuljave. Električna vezava skoraj nima nobene vloge, saj prihaja samo do majhnih kapacitet.



Slika 10.1: Uporaba magnetne poljske sonde



Slika 10.2: Sestava poljske sonde

Pri sestavi upoštevajte prekinitev povezovalne letve na sredini kontaktnega traku. LED in povezovalna tuljava morajo biti povezane na desni polovici, tako da so popolnoma izolirane od nihajnega kroga.

Dodatni preizkus 1: Preizkusite različne položaje in kote. Ugotovili boste, da je možna učinkovita vezava tako v vzdolžni smeri obeh tuljav kot tudi pri vzporedni razporeditvi. Na vsaki točki pa obstaja tudi kot z minimalnim prenosom energije.

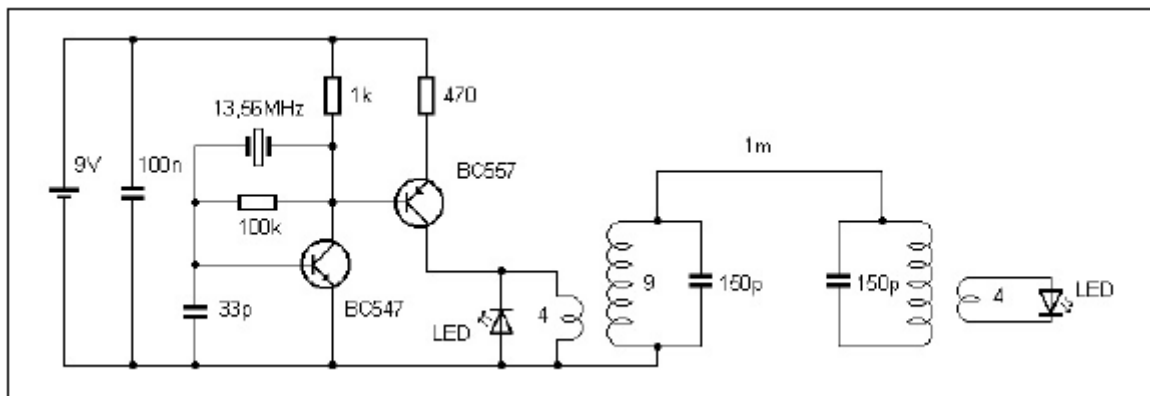
Dodatni preizkus 2: Povečajte obratovalno napetost na 18 V in na 27 V. Raziščite posamezno dosegljivo razdaljo.



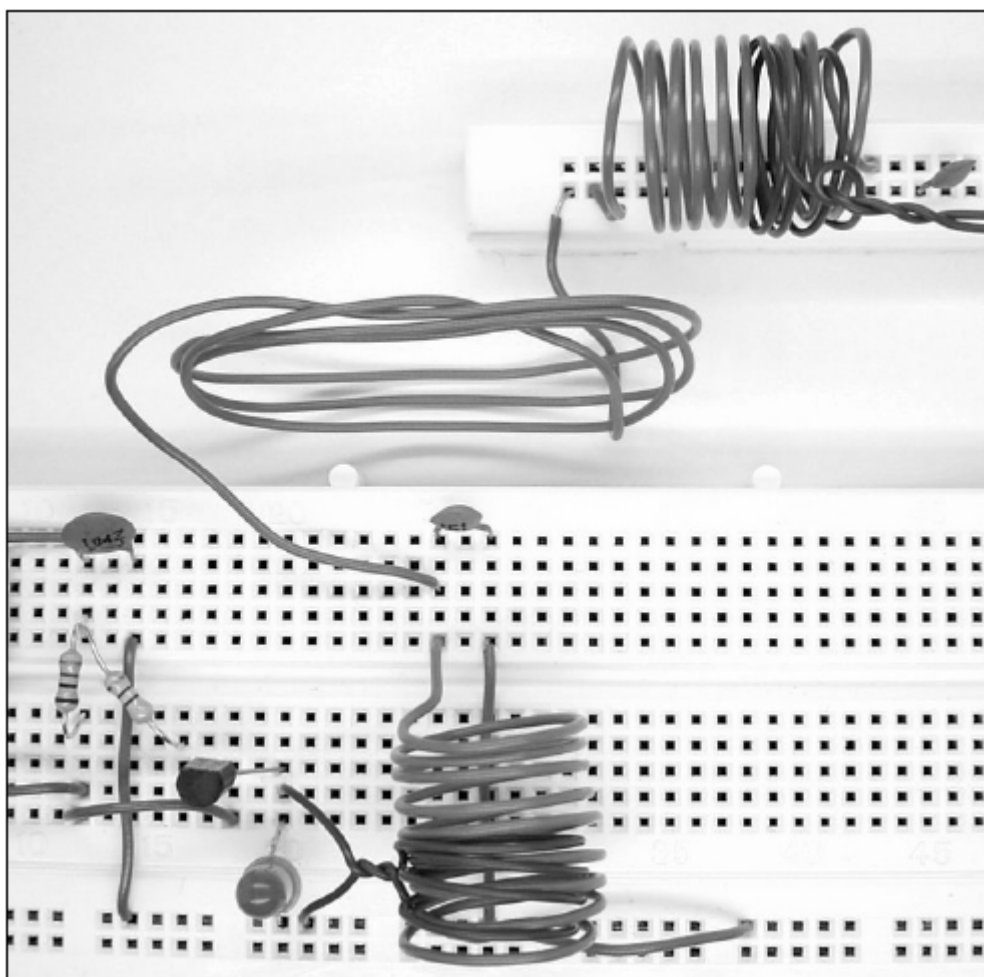
Slika 10.3: Zaporedna vezava treh 9 V blok baterij

11 Enožični energijski vodnik

Za učinkovit prenos energije s samo eno žico uporabite visokofrekvenčno poljsko sondo iz prejšnjega odstavka. Ta preizkus na prvi pogled nasprotuje vsemu, kar ste se naučili o električnih tokokrogih. Zaprt električni tokokrog vedno potrebuje tudi povratni vodnik. Tukaj pa prenos energije deluje tudi s samo eno žico.



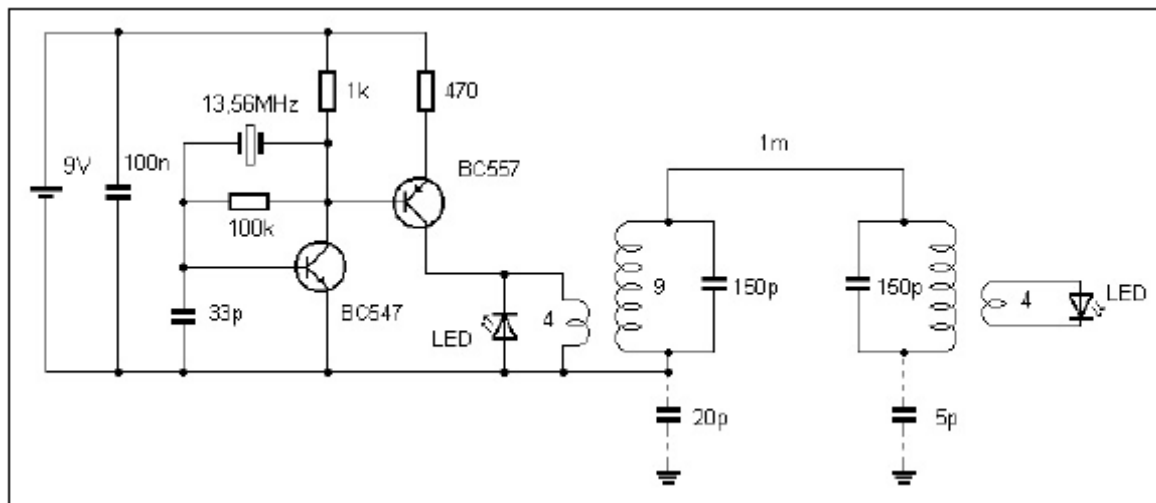
Slika 11.1: Prenos energije prek ene žice



Slika 11.2: Oddajnik in sprejemnik z navitim povezovalnim vodnikom

Razlaga vezja upošteva dejstvo, da za vezavo zadostujejo že majhne kapacitete. Oba dela vezja imata v primerjavi z okoliškim prostorom oz. v primerjavi z zemljo določeno kapaciteto.

Oddajnik ima večjo kapaciteto mase kot sprejemnik, saj je vezje v celoti večje, poleg tega pa baterija predstavlja dodatno površino ploščice. Natančne vrednosti so zelo močno odvisne od okolice. 20 pF in 5 pF sta samo ocenjeni povprečni vrednosti. Vendar pa je možno potegniti vzporednice s kapacitivno vezavo v 9. poglavju. Razlika je v tem, da sta vroči in hladni konec nihajnih krogov tukaj zamenjana.



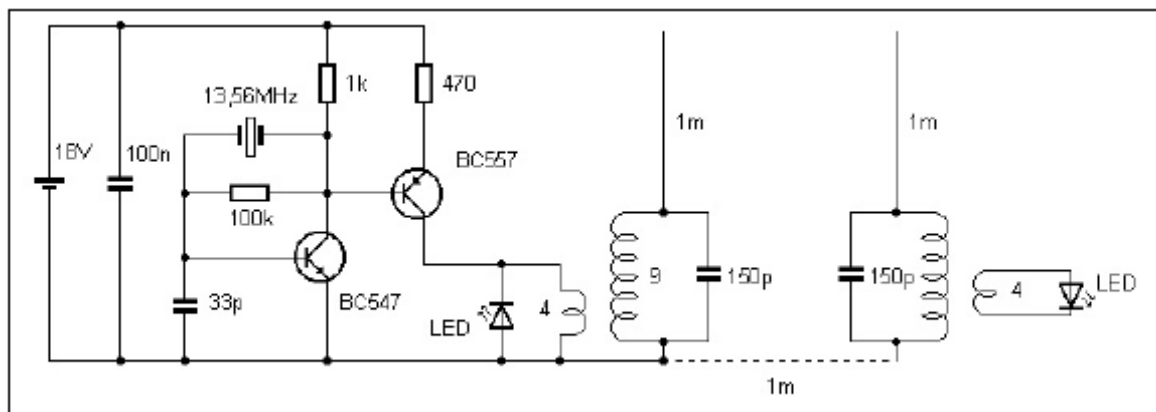
Slika 11. 3: Kapaciteti zemlje oddajnika in sprejemnika

Dodatni preizkus 1: Za podaljšanje povezovalnega vodnika do 3 m uporabite dodatne žice. Ugotovili boste, da je prenesena moč komaj kaj odvisna od razdalje. To pa velja, dokler je razdalja še manjša od valovne dolžine.

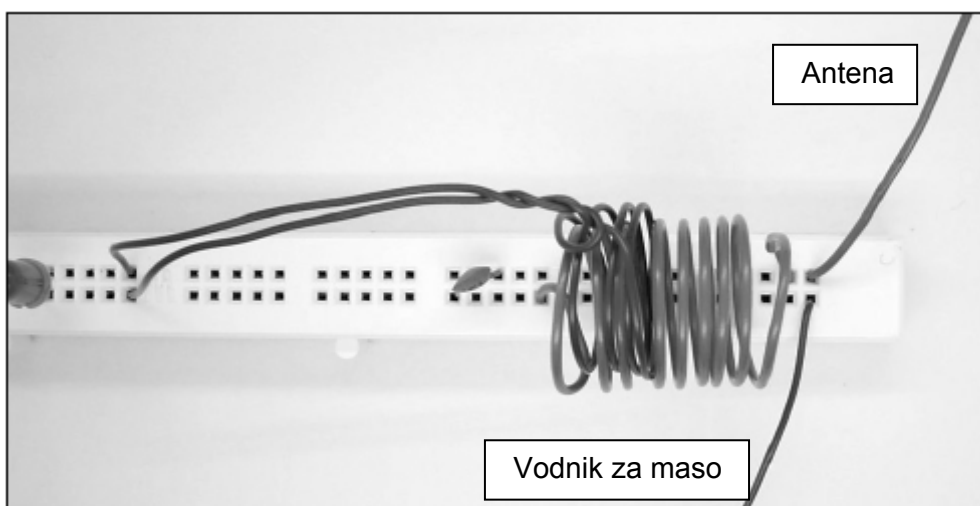
Dodatni preizkus 2: Za več energije na sprejemniku odstranite LED iz oddajnika.

12 Prenos energije na vodniku za maso

Ta zadnji in najtežji preizkus udejanji brezžični prenos energije prek vodnika za maso. Postopek je v skladu s predstavljenimi preizkusi pri 1 MHz in pri 27,12 MHz (primerjajte priročnik "Preizkusi s Teslino energijo" na strani 58, 64). Stopnja vezave je kljub antenam dolžine 1 m manjša kot s povezovalnim vodnikom med vročimi konci nihajnih krogov. Iz tega razloga morate delati s karseda veliko oddajno močjo. Torej je treba oddajnik napajati z 18 V ali še bolje s 27 V. Poleg tega je pomembno tudi natančno naravnavanje obeh resonančnih frekvenc.

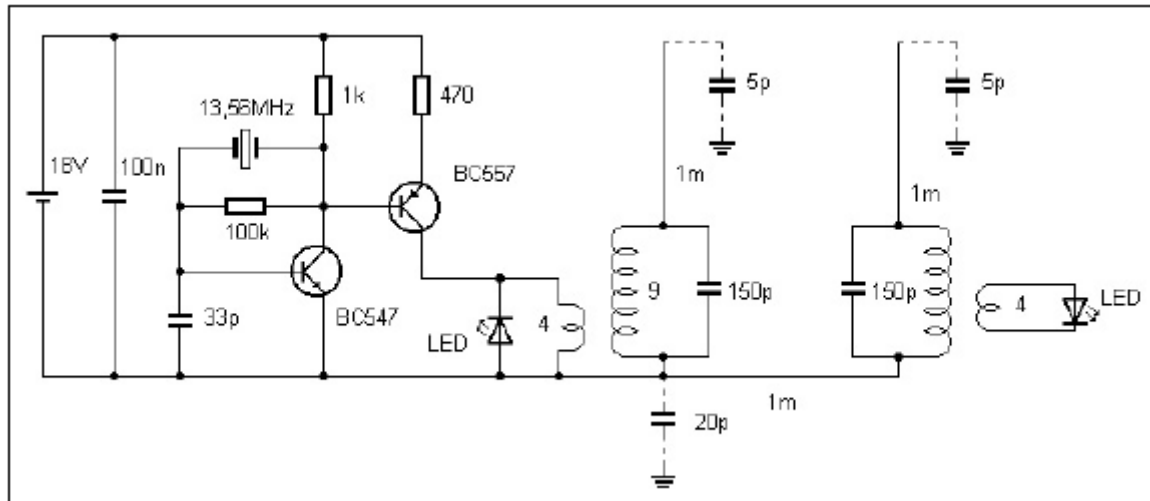


Slika 12.1: Vezava prek vodnika za maso



Slika 12.2: Vodnik za maso in antena na sprejemniku

Na prvi pogled se razporeditev ujema z razporeditvijo električne vezave v 9. poglavju. Vendar je kapaciteta med obema antenskima žicama zaradi velike razdalje zelo majhna. Dejansko prenos energije tukaj ne temelji na kapaciteti med obema antenskima žicama, temveč na posamezni kapaciteti v primerjavi z zemljo. Ker vodnik za maso ni ozemljen, vodi napetost proti zemlji. Antena prek svoje kapacitete proti zemlji spet vodi energijo v krog. Slika 12.3 prikazuje ta princip z ocenjenimi kapacitetami. Večja kapaciteta skupne mase in povezovalnega vodnika nasprotuje učinkovitemu prenosu energije, saj se tvori kapacitiven delilnik napetosti, ki na vodnik za maso pošilja samo manjši del napetosti nihajnega kroga oddajnika. To je razlog, zakaj je sedaj potrebna večja oddajna moč.



Slika 12.3: Učinkovite kapacitete zemlje

Dodatni preizkus 1: Po uspešnem naravnavanju iz oddajnika odstranite LED. Tako bo na voljo več energije na sprejemniku.

Dodatni preizkus 2: Povečajte kapaciteto antene proti zemlji z velikimi kovinskimi folijami na koncih žic.

Dodatni preizkus 3: Poskrbite za šibkejšo vezavo med nihajnima krogoma, tako da povezovalni tuljavi malce izvlečete iz tuljav za nihajni krog. Tako se poveča faktor kakovosti kroga in s tem učinkovitost prenosa energije. Poiščite optimalno vezavo. Visok faktor kakovosti kroga vodi do višje visokofrekvenčne napetosti na nihajnih krogih in s tem do

učinkovite vezave. Kvarci namesto nihajnih krogov (primerjajte priročnik "Preizkusi s Teslino energijo" na strani 94) omogočajo celo učinkovito vezavo pri samo 1 MHz.

Dodatni preizkus 4: Skupni vodnik za maso povežite z ozemljitvenim priključkom. S tem preprečite prenos energije. To je dokaz, da je na vodniku za maso potrebna signalna napetost proti zemlji.

Dodatni preizkus 5: Vodnik za maso z dodano žico podaljšajte na pet metrov ali več. Ugotovili boste, da se prenos energije praktično ne oslabi.



GARANCIJSKI LIST

Izdelek: **Učni komplet Franzis**
"Preizkusi s Teslino energijo"
Kat. št.: **63 18 51**

Conrad Electronic d.o.o. k.d.
Ljubljanska c. 66, 1290 Grosuplje
Fax: 01/78 11 250, Tel: 01/78 11 248
www.conrad.si, info@conrad.si

Garancijska izjava:

Proizvajalec jamči za kakovost oziroma brezhibno delovanje v garancijskem roku, ki začne teči z izročitvijo blaga potrošniku. **Garancija velja na območju Republike Slovenije.**

Garancija za izdelek je 1 leto.

Izdelek, ki bo poslan v reklamacijo, vam bomo najkasneje v skupnem roku 45 dni vrnili popravljenega ali ga zamenjali z enakim novim in brezhibnim izdelkom. Okvare zaradi neupoštevanja priloženih navodil, nepravilne uporabe, malomarnega ravnanja z izdelkom in mehanske poškodbe so izvzete iz garancijskih pogojev. **Garancija ne izključuje pravic potrošnika, ki izhajajo iz odgovornosti prodajalca za napake na blagu.**

Vzdrževanje, nadomestne dele in priklopne aparate proizvajalec zagotavlja še 3 leta po preteku garancije.

Servisiranje izvaja proizvajalec sam na sedežu firme CONRAD ELECTRONIC SE, Klaus-Conrad-Strasse 1, Nemčija.

Pokvarjen izdelek pošljete na naslov: Conrad Electronic d.o.o. k.d., Ljubljanska cesta 66, 1290 Grosuplje, skupaj z izpolnjenim garancijskim listom.

Prodajalec: _____

Datum izročitve blaga in žig prodajalca:

Garancija velja od dneva izročitve izdelka, kar kupec dokaže s priloženim, pravilno izpolnjenim garancijskim listom.