



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



PROJEKAT IZ PRAKTIČNE ELEKTRONIKE

NAZIV PROJEKTA:

Tragač metala, cevi i instalacija u zidu

TEKST ZADATKA:

Izrada detektora metala na bazi oscilatornog kola i feritnog jezgra

MENTOR PROJEKTA:

Vladimir Milosavljević, Živorad Mihajlović, Kalman Babković

PROJEKAT IZRADIO:

Grubišić Dejan

DATUM ODBRANE PROJEKTA:

Sadržaj

1.	Motivacija	Error! Bookmark not defined.
2.	Analiza problema	3
3.	Detaljan opis predmeta projekta	4
3.1	Opis dela sistema za regulaciju napona	4
3.2	Opis dela sistema za traženje metala	5
3.3	Opis dela sistema za indikaciju spoljašnjeg provodnika	6
4.	Izgled PCB ploče i krajnji izgled uređaja	7
5.	Rezultati testiranja	8
6.	Zaključak	11
7.	Literatura.....	11

1. Motivacija

Tragač metala namenjen je nalaženju metalnih vodova, cevi i instalacija u zidovima neposredno pre radova kao što su bušenje zidova i slično. Ovakve akcije ne bi smele da počnu pre nego što se ispita kakve instalacije se nalaze u zidovima i gde se one nalaze. Planovi instalacija u glavnom ne postoje ili nisu ažurirani, što može predstavljati poteškoću na samom početku. Projekat sa kojim ćete imati prilike da se upoznate trebao bi da reši ovakve probleme, nalazeći metalne predmete i do deset centimetara udaljenosti, bez razlike da li su pod naponom ili nisu.

2. Analiza problema

Problem nalaženja metalnih objekata aktuelan je više od stotinu godina. Značajan razvoj počeo je od 1920. godine ali je tek 1960. godine je napravljen prvi industrijski detektor metala. Postoje više realizacija ovih uređaja i najjednostavnija forma sastoji se od oscilatora koji proizvodi naizmeničnu struju, koja potom prolazi kroz kalem stvarajući promenljivo magnetno polje. Kada električno provodni materijal priđe dovoljno blizu u njemu se indukuju vrtložne (Fukove struje), definisane Faradejevim zakonom, koje stvaraju sopstveno magnetno polje. Za merenje promene magnetnog polja koristi se drugi kalem, koji se ponaša kao magnetometar, čime metalni objekat može da bude detektovan.

Moderni modeli ovih uređaja su potpuno kompjuterizovani, korišćenjem integrisane tehnologije koja omogućava korisniku da postavi niz parametara kao što su osetljivost, propusni opseg, kao i vrstu metala koji se traži. Naime, poznato je da svaki metal ima specifični fazni pomeraj kada je izložen promenljivom magnetnom polju, što predstavlja teorijsku osnovu rada diskriminatora u ovim uređajima. Čak i pomoću njih, razlikovanje metala predstavljalo je velik izazov, jer neki metali posebno u legurama imaju slična fazna kašnjenja. Pored ovoga diskriminatori smanjuju osetljivost, zbog čega je njihova upotreba ograničena.

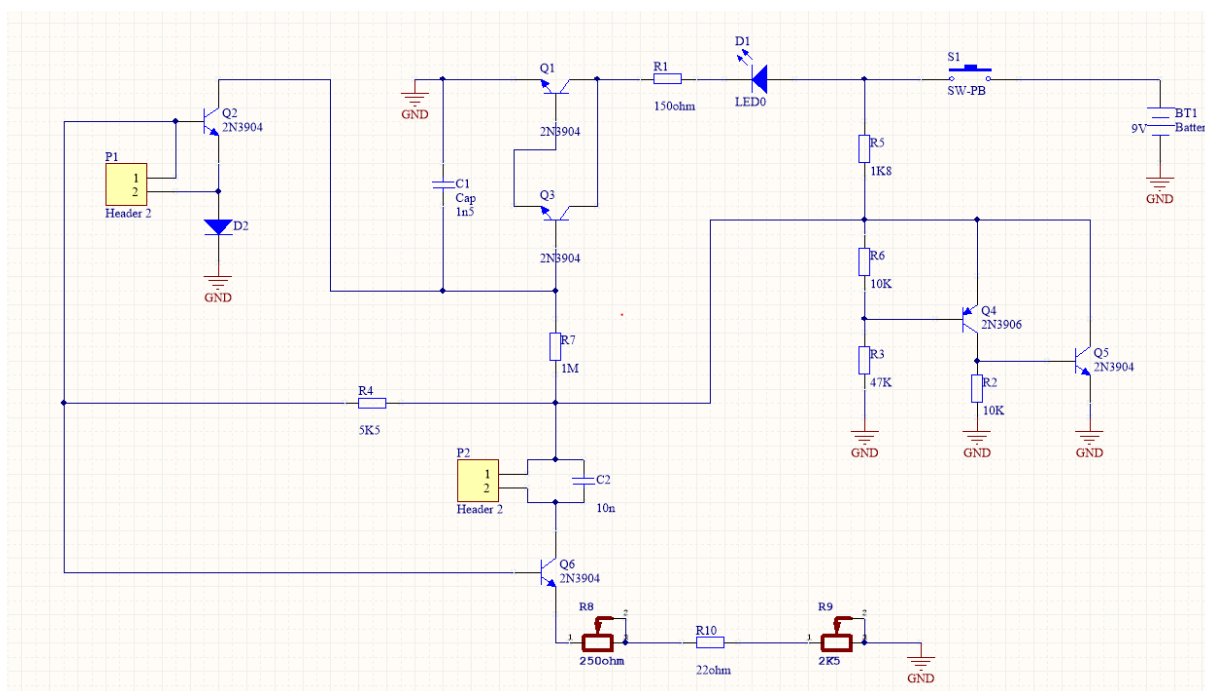
Drugi tip rada tragača metala zasniva se na snažnim kratkotrajnim magnetnim impulsima, koji u prisustvu metala indukuju već pomenute Fukove struje. Glavna prednost impulsnih tragača je neosetljivost na efekte mineralizacije, tako da se drago kamenje i ostali dragoceni materijali mogu otkriti i pri visokoj koncentraciji takozvanog crnog peska.

Detektori metala posebno mesto zauzimaju u geologiji, medicini, vojsci i bezbednosti. Danas je teško zamisliti bilo koju važnu instituciju ili aerodrom bez ovakvih uređaja.

3. Detaljan opis predmeta projekta

U ovom poglavlju će biti dat opis šeme i objašnjenja rada uređaja u celini. Šema projekta urađena u Altium-u data je na slici 3.1. Ključ osetljivosti ovako spojene šeme zasniva se na 6 tranzistora od kojih Q1 i Q3 rade u Darlington sprezi za paljenje LED, Q4 i Q5 rade kako stabilizator napona, dok Q2 i Q6 služe kao oscilator za traženje. Treba napomenuti još da Header 1 i Header2 predstavljaju pozitivno spregnute kalemove L1 i L2 respektivno, na mekom feritnom štupu dužine 10cm i prečnika 1cm. Kalem L1 se sastoji od 30 zavoja, dok se L2 sastoji od 90 zavoja. Promenljivi otpornici služe da dovedu kolo na ivicu osetljivosti.

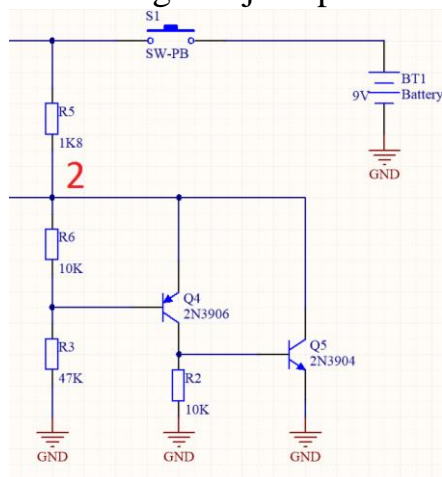
Prikaz šeme urađen u Altium-u



Slika 3.1.

3.1 Opis dela sistema za regulaciju napona

Deo za regulaciju napona



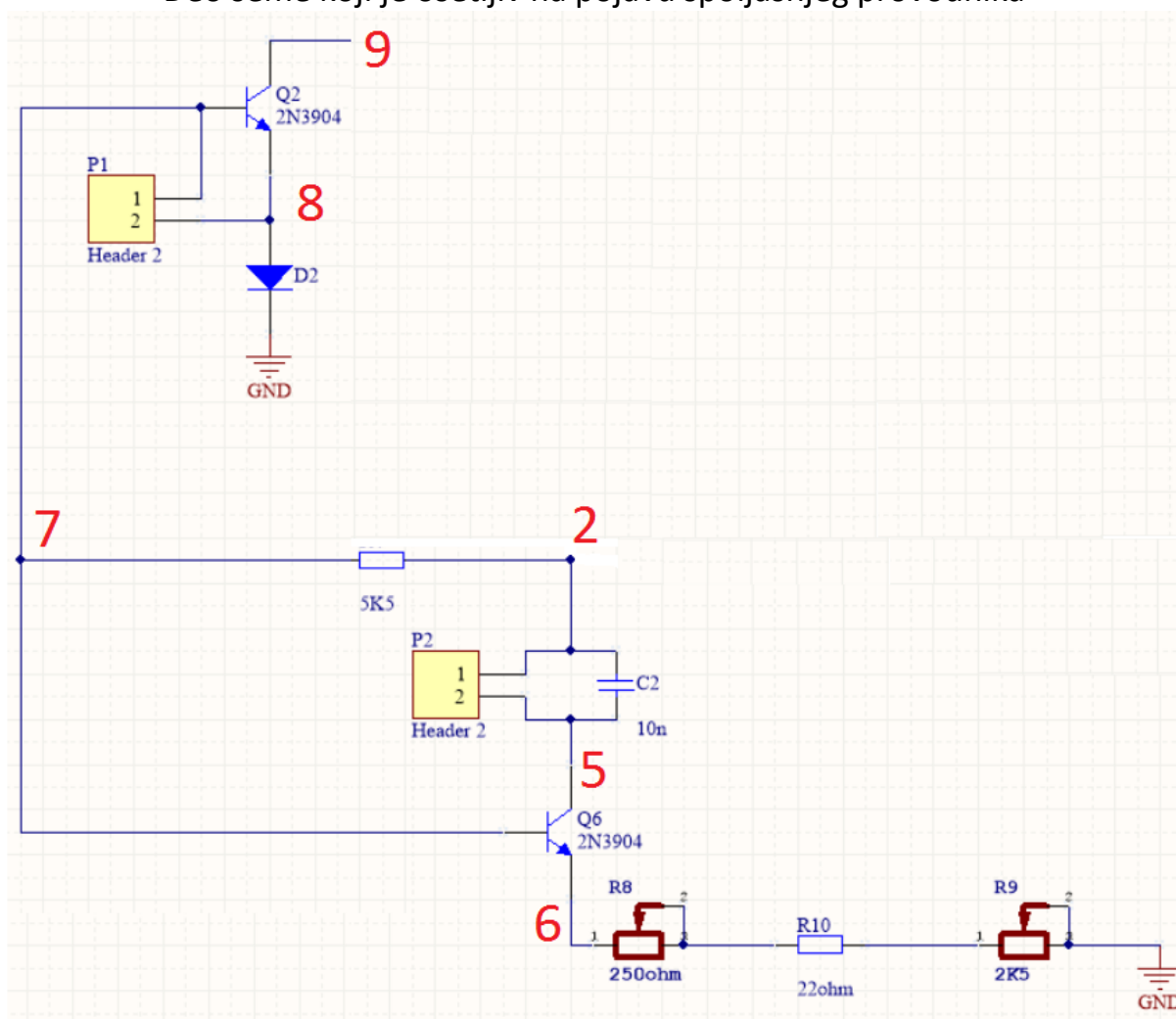
Slika 3.2.

Ovaj deo šeme predstavlja stabilizator napona i obezbeđuje približno fiksnu vrednost napona u čvoru 2. To je obezbeđeno takozvanim dvostrukim razdelnikom i sa dva tranzistora. Naime, kada se dovede dovoljan napon u čvor 2, tranzistor Q4 vodi čime se podiže napon na otporniku R2, nakon čega i Q5 vodi. Kada se smanji napon na čvoru 2 smanji se i napon emiter-baza na Q4 i samim tim se smanjuje struja na R2 pa i kroz Q5 prolazi slabija struja, što ustvari omogućava da veći deo struje bude isporučen ostatku kola.

3.2. Opis dela sistema traženje metala

Ovaj deo sistema zasnovan je na LC-oscilatoru (prikazan na slici 3.3 između čvorova 2 i 5) i kalema priključenog na P1. Pri uključivanju prekidača LC kolo počinje da osciluje, što se može izmeriti u tački 5 i posredstvom sprege kalemova te oscilacije se prenose na tranzistor Q2, pri čemu je frekvencija oscilovanja 87 kHz. U odsustvu provodnog predmeta te oscilacije superponirane na jednosmernu vrednost su dovoljne za paljenje tranzistora Q2, što preko diode D2 dovodi do paljenja tranzistora Q6. Približavanjem provodnog objekta u njemu se indukuju Fukove struje i svojim magnetnim poljem smanjuju koeficient sprege kalemova L1 i L2. Na taj način se energija oscilovanja prenosi na energiju kružnih struja u spoljnom provodniku i prestaju oscilacije u LC-kolu. Zbog toga i zbog manjeg koeficienta povratne sprege smanjuje se napon na tranzistoru Q2, tako da on prestaje da vodi, što dalje uzrokuje isključivanje tranzistora Q6.

Deo šeme koji je osetljiv na pojavu spoljašnjeg provodnika



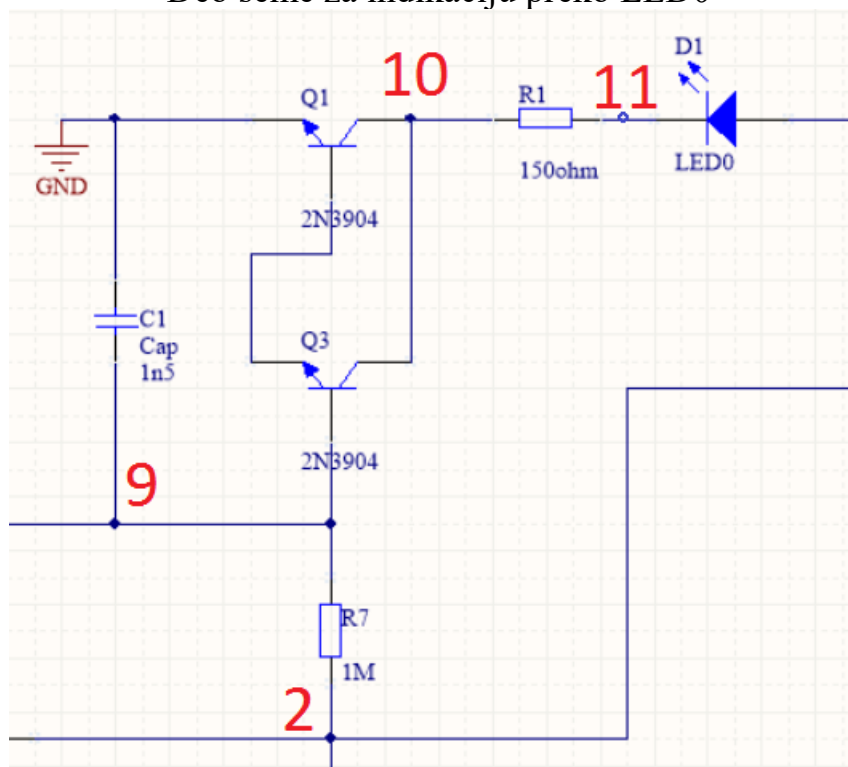
Slika 3.3.

Vrednost kalema L1 i L2 izmereni su i iznose 78uH i 410uH respektivno.

3.3. Opis dela sistema za indikaciju prisustva spoljašnjeg provodnika

Ovaj deo šeme sastoji se iz tranzistora Q1 i Q2 koji zajedno čine Darlington konfiguraciju (Slika 3.4). Za rad ovog dela kola izuzetno je važno da li tranzistor Q2 sa prethodne slike. Ako on vodi napon na čvoru 9 je ne dovoljan da bi tranzistori Q3 i Q1 vodili, ali ako on ne vodi ovaj napon se povećava, Darlington vodi i ledovka počinje da svetli. Da se ne bi videlo treperenje LED0 pri oscilovanju tranzistora Q2, kondenzator C1 održava sporo promenljiv napon na čvoru 9.

Deo šeme za indikaciju preko LED0

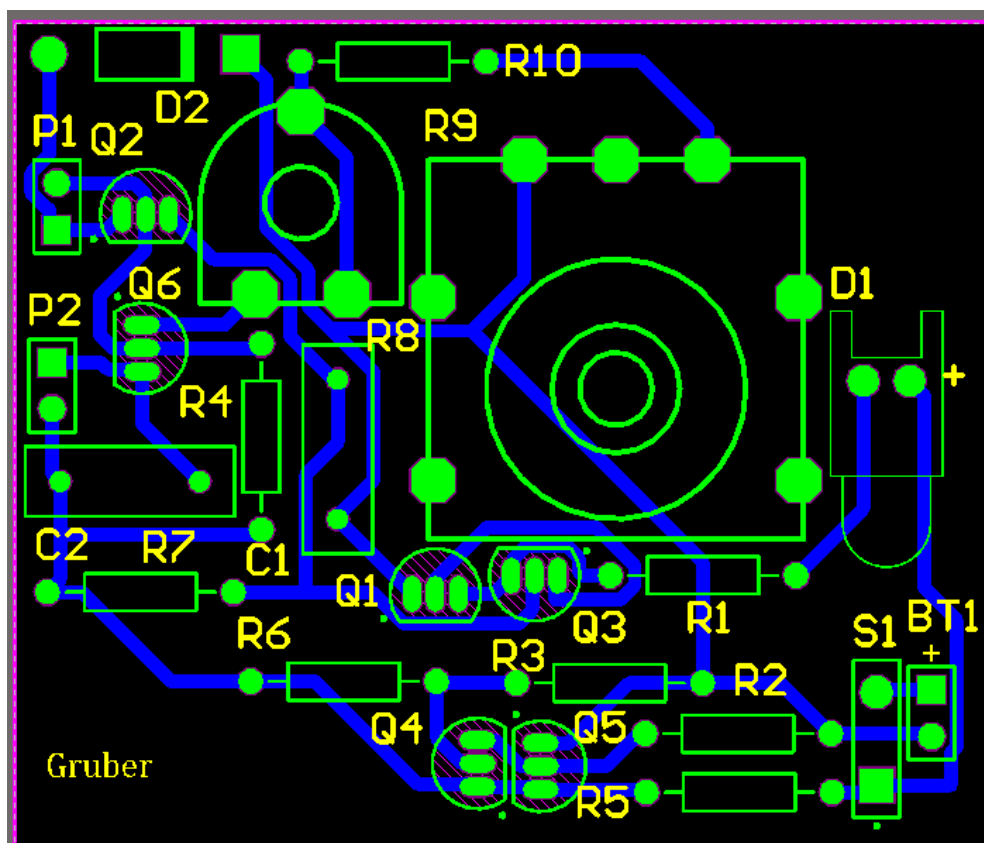


Slika 3.4

4. Izgled PCB ploče i krajnji izgled uređaja

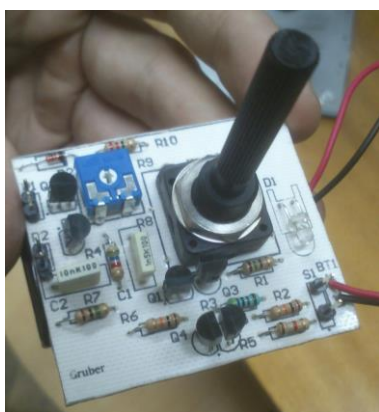
Projektovanje PCB ploče (Slika 4.1) izvršeno je u Altiumu. Komponente se nalaze na gornjoj strani dok se vodovi nalaze na donjoj strani. Sve komponente su truhol (*eng.* Trough-Hole). Ovakvom postavkom komponenti u mogućnosti smo da sve komponente povežemo u jednom sloju bakra. Širine linija vodova su 30 milsa, što omogućava 9.16 ampera sturje, a to je više nego dovoljno. Na slikama 4.2 i 4.3 su dati izgledi gotove pločice sa komponentama i završni izgled uređaja.

Izgled PCB pločice u Altiumu



Slika 4.1.

Slika pločice u krajnjem stadijumu izrade i slika gotovog uređaja



Slika 4.2.

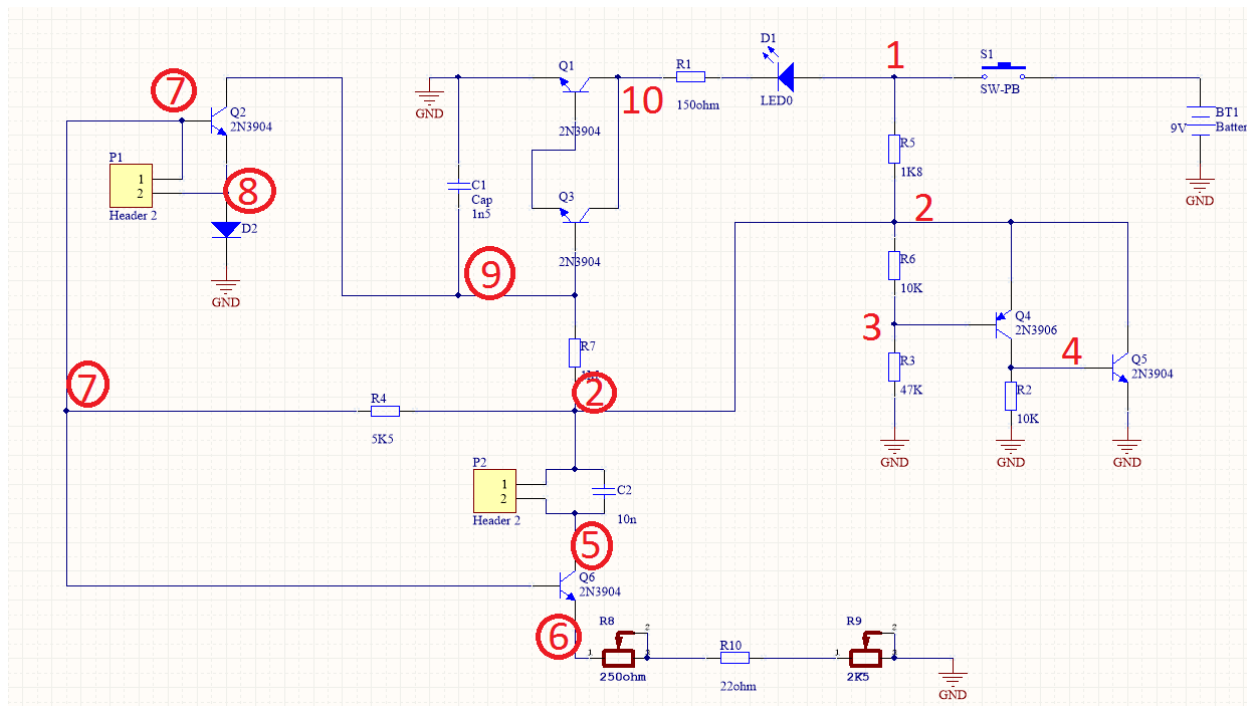


Slika 4.3.

5. Rezultati testiranja

U ovom delu su dati vremenski oblici napona u svim zaokruženim čvorovima bez prisustva spoljašnjeg provodnika i u njegovom prisustvu (Slika 5.1).

Šema sa označenim čvorovima



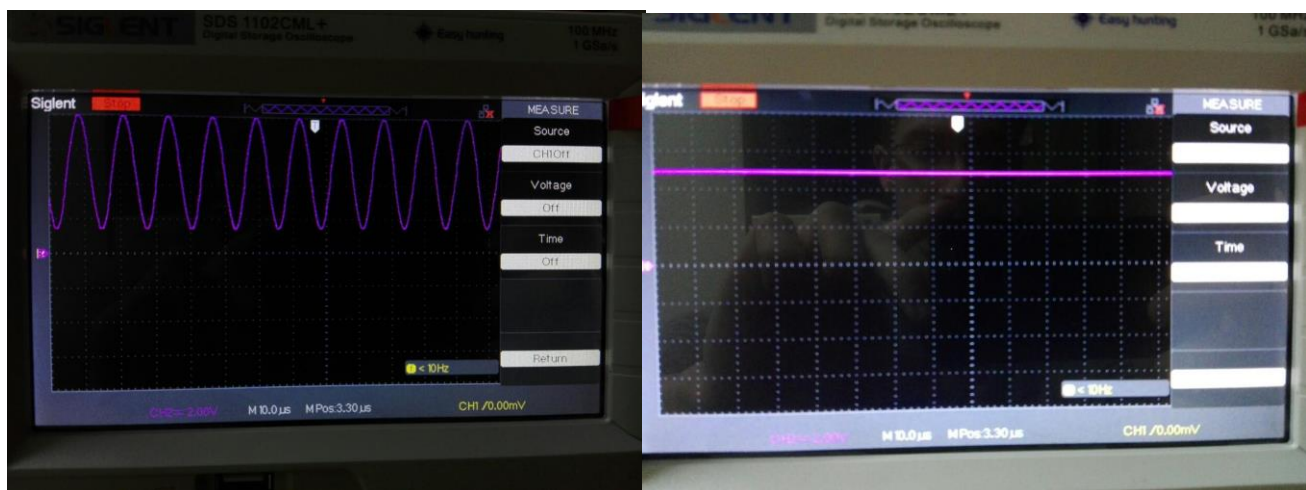
Slika 5.1.

Čvor 2



Slika 5.2.

Čvor 5



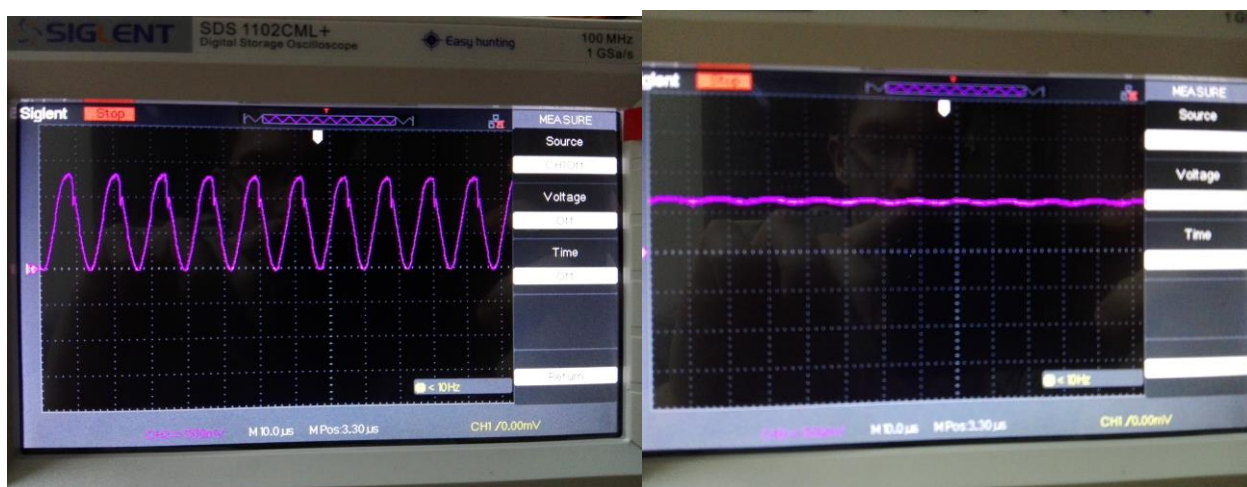
Slika 5.3.

Čvor 6



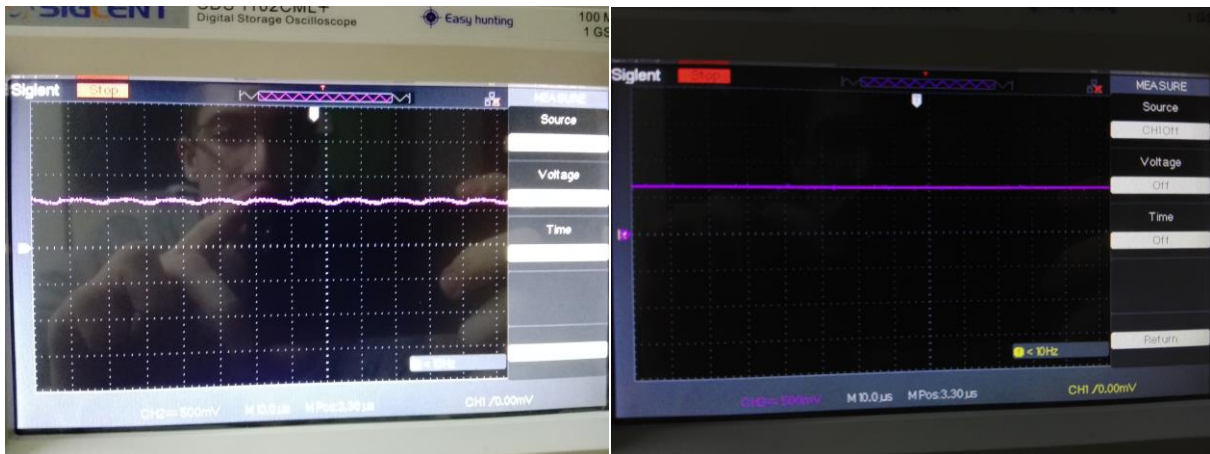
Slika 5.4.

Čvor 7



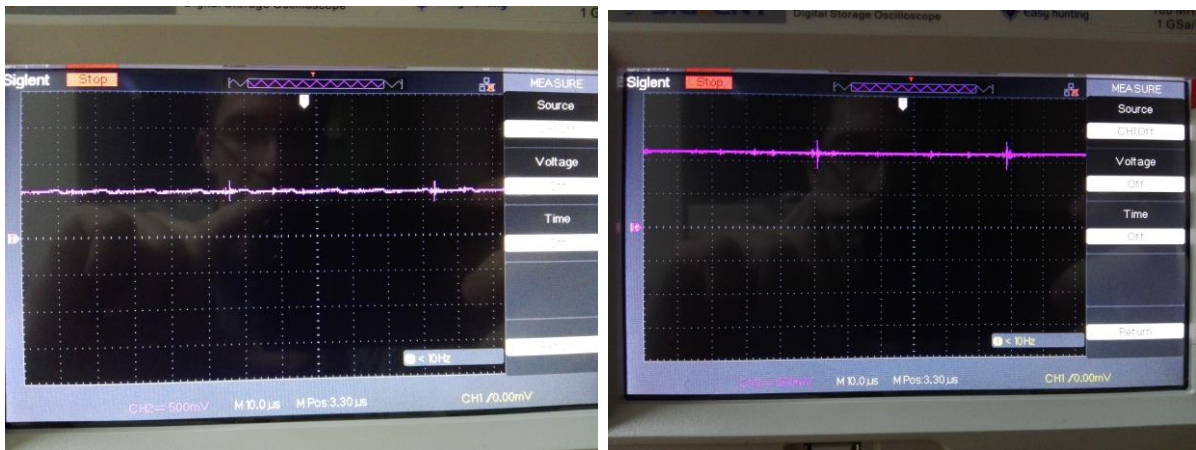
Slika 5.5.

Čvor 8



Slika 5.6.

Čvor 9



Slika 5.7.

Sa prikazanih merenja se jasno vidi da oscilator osciluje kada nema prisustva provodnika u blizini kalema, odnosno postoji odgovarajuca sprega izmedju kalemova. Kada se ova sprega naruši oscilacije se značajno prigušuju i tranzistor Q2 prestaje da vodi, čime se indirektno uključuje svetleća dioda.

6. Zaključak

Izradom ovog projekta dobijamo jednostavan ali koristan uređaj za svakodnevne potrebe. Na primeru ovog projekta videli smo kako sa oscilatornim kolom, sprežnim kalemovima i tranzistorima možemo napraviti detektor provodnih tela. Ovo je izuzetno dobar primer za razumevanje graničnih uslova kola, mehanizma sprege kalemova i zakona održavanja energije. Suština mehanizma rada ogleda se u prenošenju oscilatornog napona između kalemova namotanih na feritno jezgro, čime se uključuju tranzistori Q2 i Q6. Međutim, dovođenjem spoljašnjeg provodnika smanjuje se sprega između dva kalema čime tranzistori Q2 i Q6 više ne vode. Ovo dalje prouzrokuje porast napona na kondenzatoru C1 koji uključuje Darlingtonovu spregu tranzistora Q1 i Q3 što dovodi do svetljenja diode. Napravljeni uređaj može da detektuje žicu na razdaljini manjoj od 5 cm, što nije uvek dovoljno. Uređaj bi se mogao unaprediti dodatnim podešavanjem promenljivih otpornika tako da se dovede na ivicu osetljivosti.

7. Literatura

Časopis InfoElektronika

https://en.wikipedia.org/wiki/Metal_detector

Altium Designer Guide

Altium Designer Srkipta

http://ellab.ftn.uns.ac.rs/moodle/pluginfile.php/27593/mod_resource/content/1/Altium%20designer.pdf