

İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

DARBE İNDÜKSİYONLU METAL DEDEKTÖRÜ

LİSANS TEZİ
Özkan TAŞDEMİR
Şeyma ZENGİN

Elektrik Elektronik Mühendisliği

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Hüseyin BALIK

HAZİRAN 2015

ÖNSÖZ

Bu tezde genel olarak metal dedektörleri, çalışma prensipleri ve teknik özelliklerinin yanı sıra darbe pulse metal dedektör devresi ile bir uygulama yapılmıştır. Bu tezde bize destek sağlayan bölüm hocalarımızdan Prof. Dr. HASAN HÜSEYİN BALIK ve SAEİD KARAMZADEH'e teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER:

ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÖZET	v
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1 Metal Dedektörlerinin Kullanılış Amacı:	2
2.2-Teorik Yaklaşımlar:	2
2.2.1 Metal ayırım özelliği var mıdır?	2
2.2.2 Bir metal dedektörün tespit derinliği ne kadardır?.. .	3
2.2.3 Metal Dedektör'ün maksimum tespit derinliği ne kadardır?	3
2.2.5 Metal dedektör nasıl çalışır? dedektörün teknik özellikleri nelerdir?	4
2.2.6 Sadece altına sinyal veren metal dedektör var mıdır?	4
2.2.7 Metal ayırmalı mı, yoksa metal ayırmıyorsa mı tarama yapmak daha sağlıklıdır?.....	5
2.2.8 Tespit derinliğini etkileyen faktörler nelerdir?	5
2.2.9 Metal dedektör performansını görmek için metal gömüp deneme yapmak doğru mudur? Derinlik garantisi verilir mi? Metal dedektör seçerken nelere dikkat edilir?.....	5
2.2.10 Metal dedektör hangi büyüklükteki metali ne kadar derinden tespit edebilir?.....	6
2.2.11 Metal dedektör ne kadar genişlikte alan tarar?	6
2.2.12 Neden iki arama başlığı kullanıyoruz? Arama başlık çapının tespit derinliğine etkisi nedir?	6
2.2.13 Frekans nedir? İdeali hangisidir? Tespit derinliğe etkisi nedir?.....	6
2.2.14 Metal dedektör kaç pille çalışır? Ne çeşit pil kullanmalıdır?	7
2.2.15 Metal dedektörler elektromanyetik alan prensibine göre çalışıyor, insan sağlığına zarar verir mi?	7
2.2.16 Dijital ve analog metal dedektör arasında ne gibi farklar vardır?	7
2.2.16 Metal tespit ettiğinde metal dedektörün tepkisi nedir? Gömülü metalin tam yeri nasıl bulunur?	7
2.2.17 Tespit edilen metalin değerli olup olmadığı nasıl anlaşılır?	8
2.2.20 Tünel, mağara, ev içinde duvarların arkasını ve tabanın altını taramak için metal dedektör kullanılır mı?	8
2.2.21 Asfalt altında kalmış kapak, ızgara, vb. bulmak için metal dedektör kullanabilir miyiz?	8
3. GENEL BİLGİLER	
3.1 BFO (Beat Frequency Oscillator - Vuru Frekansı Osilatörü) Sistem Metal Dedektörleri....	9
3.2 IB (Induction Balance) Dedektörler:	10
3.3. Pulse Induction (Darbe İndüksiyon) tipi dedektör:	13
3.3.1 PI dedektörlerde gönderme devresi:.....	13
3.3.2 PI dedektörlerde darbe sonrası:	24
3.3.3 Sönümlendirme direncinin değerine göre sönümlenme süresinin değişimi:	27
3.3.4 PI dedektörlerde ön yükselteç	29
3.3.5 PI dedektörlerde örnekleme:	33
3.3.6 PI dedektör tasarımı:	34
3.3.7 PI dedektör yazılım algoritması:	40
3.3.8.PI dedektör bobin yapımı.....	45

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1 :BFO dedektör verici osilatörü .	10
Şekil 3.2: Osilatörün alıcı devresi .	11
Şekil 3.3:Her iki devrenin bobini Şekil'deki gibi yerleştirilir	12
Şekil 3.4:Alıcı verici bobinin sipir sayısı	12
Şekil 3.5:Darbe indüksiyon metal dedektörü.	13
Şekil 3.6:Bobinin zamana bağlı olarak gösterdiği direnç.	14
Şekil 3.7:Ayarlanabilir bölge.	14
Şekil 3.8:Devre elemanı.	15
Şekil 3.9:Bobinin doyuma ulaşması.	16
Şekil 3.10:200uH'de bobinin doyuma ulaşması.	18
Şekil 3.11:300uH'de bobinin doyuma ulaşması.	18
Şekil 3.12:400uH'de bobinin doyuma ulaşması.	19
Şekil 3.13:500uH'de bobinin doyuma ulaşması .	19
Şekil 3.14:Anahtar kapatıldığında bobin üzerinde gerilim kutuplanması.	20
Şekil 3.15:Anahtar açıkken bobin üzerinde gerilim kutuplanması.	20
Şekil 3. 16:Sönümlenme eğrisindeki uzamalar.	21
Şekil 3. 17:Eddy akımları gösterimi.	22
Şekil 3.18:Metallerin cinsine göre sönümlenme süresindeki uzamalar.	22
Şekil 3.19:Bobin değerlerinde şarj akımı.	23
Şekil 3.20:Görüldüğü gibi endüktans arttıkça doyuma girme süreside artmaktadır	24
Şekil 3.21:Darbe sonrası iletimde tutma.	25
Şekil 3.22:Darbe sonrası iletimde tutma.	25
Şekil 3.23:Eşdeğer devre.	26
Şekil 3.24:T yerine değerler vererek direnç üzerinde kaç volt olacağı bulunabilir.	27
Şekil 3.25:Sönümlendirme direncinin etkileri.	28
Şekil 3.26:Bobindeki yüksek gerilimi kırpmanın yolu	30
Şekil 3.27:Sönümlenme eğrimizin son anları.	30
Şekil 3.28:Evirmeyen bir yükselteç.	31
Şekil 3.29:Alıcı opampımızın verici devremizle birleştirilmiş şekli.	32
Şekil 3.30:Opampımızın kazancını 1 kattan 2000 kata kadar yükseltilmesi.	32
Şekil 3.31:Ferro ve non-ferro metallerin sönümlenme eğrisi.	33
Şekil 3.32:Verici devresi.	35
Şekil 3.33:preamfi devresi.	35
Şekil 3.34:PIC,butonlar ve LCD.	36
Şekil 3.35:PCB çizimi.	38
Şekil 3.36:Yerleşim planı.	39
Şekil 3.37:Yazılım algoritması.	40
Şekil 3.38:Yazılım algoritması.	41
Şekil 3.39:Devrinin bitmiş hali.	42
Şekil 3.40:Metal paraya gösterilen sinyal.	43
Şekil 3.41:Devrenin bitmiş hali.	44
Şekil 3.42:İlk etapta kablomuzu yaklaşık 30-35cm çapında 3 tur yuvarlak olarak sarıyoruz.	45
Şekil 3.43:Uçlarını açıyoruz.	45
Şekil 3.44:Uçlarını lehimleyerek birleştiriyoruz.	46
Şekil 3.45:1 cm uzunluğunda makaron hazırlıyoruz.	46
Şekil 3.46:Makaronları kabloları geçiriyoruz.	47
Şekil 3.47:Lehimlemeye başlıyoruz.	47
Şekil 3.48:Lehimi biraz bol verinki sağlam olsun.	48
Şekil 3.49:Lehimlemeye devam.	48
Şekil 3.50:Lehimlemeye devam.	49
Şekil 3.51:Lehimlemeye devam.	49
Şekil 3.52:Lehimlemeye devam.	50
Şekil 3.53:Sonra makaronlarımızı lehim noktası üzerinde ortalıyoruz.	50
Şekil 3.54:Sıcak hava ile makaronlarımızı daralttırıyoruz.	51
Şekil 3.55:Sıcak hava ile makaronlarımızı daralttırıyoruz .	51
Şekil 3.56:kablo bağlantıları bitti .	52

ÖZET

Bu tezde darbe indüksiyonlu metal dedektörlerinin yapısı incelenmekte ve bu sistemde çalışan bir metal dedektörünün tasarımı anlatılmaktadır.

Metal dedektörleri genel olarak üç farklı sistemde çalışmaktadır. Bunlar BFO, IB ve PI sistemleridir. Bu tezde darbe indüksiyonlu metal dedektörlerin tüm bölümleri hakkında matematiksel hesaplamalarından başlayarak nasıl bir PI dedektör tasarlayabileceğimiz hakkında bilgiler bulunmaktadır.

1. GİRİŞ

Projemizin içeriği metal dedektörünün yapımı aşamalarını içermektedir. Metal dedektörlerinin kullanma amacı ve kolay olarak nasıl oluşturulacağı tezimizin konusunu oluşturmaktadır. Bu nedenle tezimiz de ilk olarak dedektör kavramı ve çeşitlerini kısaca anlatacağız daha sonra buna neden gereksinim duyulduğunu ve kolay olarak kendimizin nasıl metal dedektörünü hazırlayacağımızı aşama aşama ifade etmeye çalışacağız. Metal dedektörü hakkındaki bilgileri ve tezimizi oluştururken gözlemlemiş olduğumuz problemlerden de yola çıkarak tezimizi soru cevap biçiminde anlatmanın daha anlaşılır biçimde olacağını düşündük.

İlk olarak tezimizde darbe indüksiyon metal dedektörünü ele alacağız o halde darbe indüksiyonu nedir? Darbe indüksiyonu bobinin ortamda yaymış olduğu manyetik alanın biçimini ve kuvvetini açıklayan bir kavramdır. Şöyle ki darbe indüksiyonu ile oluşturulan metal dedektörlerin metal algılama duyarlılığı diğer dedektörlere kıyasla daha hassastır ve algıları daha kuvvetlidir. Diğer yandan daha derinlere kadar arama yapabilme özelliğinin olması hem de kullanım amacının aynı olması sebebi ile de darbe indüksiyonlu metal arama dedektörlerini öne çıkarmaktadır.

Dünyada bir çok farklı metal dedektörü çeşitleri bulunmaktadır ve bu metal dedektörlerinin birbirinden farklılıkları olmasına rağmen her birinin de çevre şartlarına karşı eksikliği gözlemlenmektedir. Bir çok metali algılayıp cevap veren bazı dedektörlerin arama derinlikleri kısıtlı olmaktadır bazılarının da derinlik derecesi kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen bazı metallere karşı tepkisizdir. Tezimiz de incelediğimiz darbe indüksiyonlu metal dedektörü ise gerek metal çeşitlerinin algılanması ve gereksede algılama mesafesi bakımından onay görebilecek şöyle ki verimli neticeler alabilecek düzeyde olacaktır. Buna ek olarak ortama manyetik alan yaymayı sağlayan bobin kafasının büyüklüğü de gözlemlenecek alanın büyüklüğünü karşılayacak düzeydedir. Darbe indüksiyon yönteminin kullanılması bu geniş alanda derin sayılabilir yerleri gözlemlene olanağı verecektir.

Tezimizin asıl amacı da ilk olarak metal dedektörleri ile ilgili bilgileri ana hatları ile bilmemiz gerekenleri sırası ile 1-GİRİŞ, 2-METAL DEDEKTÖRLERİNİN KULLANILIŞ AMACI, 3-METAL DEDEKTÖR ÇEŞİTLERİ aşamalarını anlatmaktan oluşacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Metal Dedektörlerinin Kullanılış Amacı:

Metal dedektörleri oldukça farklı yerlerde farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bunlardan biri Askeri kurumların antitank ve antipersonel mayınlarının yerini tespit etmek için toprağın içindeki bomba, mermi ve tuzakların bulunduğu yeri saptamak amacı ile dedektörlerden yararlanılmaktadır. Savaş esnasında vücuda gelen merminin ve şarapnel parçalarının bulunduğu bölge röntgen gerekmeden hızlı bir şekilde içersinde yeri bulunur. Telefon işletmeleri belediyeler su ve elektrik dağıtımını yapan kurumlar yol çalışmaları ve kazılardan ve buna ek olarak asfalt kaplanması sırasında kanalizasyon ve mazgal kapaklarının bulunduğu yerler kaybolduğundan dolayı eski bulunduğu bölgeyi bulmak amacıyla metal dedektörlerinden yararlanılmaktadır bunlara da ek olarak kabloların, boruların, kontrol kutularının ve vanaların bulunduğu bölgeyi tespit etmek amacı ile de metal dedektörlerinden yararlanılmaktadır. Emniyet kuruluşları ve polisler bölgede gizlenmiş silahları dedektörler yardımı ile yerini tespit etmektedirler. Güvenlik personelleri insanların üzerlerinde de yada çantalarında gizlemiş oldukları silah, bıçak yada taşınmasında sakıncalı görülen metalleri dedektörler yardımıyla tespit etmektedirler. Arkeologlar arkeolojik kazıları dedektörler yardımıyla yapmaktadır. Veterinerler otlar yada samanların içerisinde ki metal parçalarını yutup hastalanan hayvanları dedektör yardımıyla kontrolünü gerçekleştirmektedir. Fabrikalardaki makinalarda işlenen hammaddenin içinde oluşan metal kirlenmesi problemi metal dedektörleri yardımı ile ortadan kaldırmaktadır. Üretilen farklı sanayi malzemeleri de üretim makinalarının sebep olduğu metal kirlenmesi durumuna karşı metal dedektörü yardımı ile kontrolünü gerçekleştirmektedir. Tüm evrende merak konusu olan eski zamanlarda yer altında saklanmış para, gümüş, altın ve definelerin bulunması işleminde de dedektörler kullanılmaktadır[1].

2.2-Teorik Yaklaşımlar:

2.2.1 Metal ayırım özelliği var mıdır?

Metal dedektörlerinin metallerin farklılığını saptayan bir özelliği bulunmaktadır. Değerli olan metalleri (örnek olarak bronz, alüminyum, bakır, gümüş ve altın) değersiz olan metallerden (örnek olarak nikel kobalt ve demir) ses sinyali yardımı ile yada ibrenin hareketi ile birbirinden ayırır.[1].

Metalleri ayırma işlemin de değerli olan metallere ses sinyali gönderip ibre hareketi ile de değerini belirtir. Değersiz metallerde ise ses sinyali verilmeden ibrenin hareketi ile değerinin düşük olduğunu belirtir[1].

2.2.2 Bir metal dedektörün tespit derinliği ne kadardır?

Dünyaca en nitelikli 2010 model metal ayırımı dedektörlerin olabilecek en yüksek algılama derinliği uygun şartlar altında 5 metre olarak ölçülmüştür. Hiçbir metal dedektörü bu derinlikten daha fazla derinlikteki metali algılayamaz şöyle ki 6 metre 7 metre 8 metre ve üstü derinlikler metal dedektörlerinin metal algılama derinliği kapasitesinin dışına çıkmaktadır. 6,7,8 metre ve benzeri derinliklerde çalışma yapmak için metal dedektörü kullanımından ziyade daha değişik sistem ile çalışan farklı cihazların kullanımına gereksinim vardır örnek vermek gerekirse jeofizik cihazları gibi[1].

2.2.3 Metal Dedektör'ün maksimum tespit derinliği ne kadardır?

Dedektörün olabileceği en yüksek algılama mesafesi küçük başlıklarda 2-2.5 metre, büyükler de ise 3-3.5 olarak hesaplanmıştır. Bahsedilen derinlikler en uygun durumlar altında ve toprağın özelliği metalin kapladığı yer metalin yerin altında kalma süresi ile orantılı olarak değişiklik gösterir. Metalin büyüklüğü ve yüzey alanı genişledikçe algılama derinliği artar. Metal dedektörün havadaki ve yerdeki algılama derinliklerinde zaman zaman değişiklikler olabilir. Metal dedektörünü kullananlar yeni gömülmüş bir metali aramak istemediği için 100-150 yıl yerin altında kalmış ve oksitlenmiş metal aramalarında algı derinliği artacaktır[1].

2.2.4 İnsan neden metalleri toprak altına gömer?

Eski zamanlardaki insanlar günümüzdeki gibi paralarını koruya bilecek bir kuruluşa sahip olmadıklarından paralarını ve değerli eşyalarını yerin altına saklıyorlardı. Savaş esnasında yada göç esnasında yanında bu değerli eşyalarını yanında taşıyamadıklarından tekrar döndüklerinde bulmak amacı ile yerin altına saklıyorlardı. Bazı insanların inancına göre ise maddi değeri olan eşyalarıyla birlikte gömülüp 2. hayatlarında bu maddi değere sahip eşyalarında onlarla olacağı düşüncesini taşımasıydı. çoğu değerli eşya ve para sistem dışı olarak tesadüfen yeryüzüne çıkarılmış olsa da arkeologlar sayesinde sistemli ve planlı araştırmaların neticesinde yer yüzüne çıkarılanlar da vardır[1].

2.2.5 Metal dedektör nasıl çalışır? Profesyonel genel kullanıma uygun en ideal metal dedektörün teknik özellikleri nelerdir?

Dedektörler elektro manyetik kanunlar ile çalışmaktadır.Kolayca anlatmak gerekirse kablodan geçen elektrik akımının etkisi ile kablonun etrafında elektro manyetik alan oluşur.Oluşan manyetik alan içersin de metal kendi manyetik alanınıyayar.Arama yaptığımız yuvarlak kısım iki adet sarımdan oluşur ve kısma arama başlığıdır.İlk sarım sinyali gönderir sonraki sarım ise sinyali alır ilk sarım frekansı belli bir aralıktaki radyo sinyali ile metalin etrafında manyetik bir alan oluştururken sonraki sarım ise metalin oluşturmuş olduğu yapay alanı belirler. Metal dedektörün devresi ise pil gücünü belli frekanstaki radyo dalgalarına çevirir. Elektrik akımı ile oluşturulan buradaki manyetik alan ile metal var olup olmadığı ve konumu belirlenir. Alçak frekans ile çalışan metal dedektörlerinde sinyallerin yere nüfuz etmesi daha kolaydır ve oldukça uzağa sinyali iletir. Arama yaptığımız başlığın çapı artıkcı tespit derinliği de buna paralel olarak artar. Fakat küçük metallere olan duyarlılığı bu duruma paralel olarak azalır ve toprakta bulunan minerallere olan duyarlılığı da artar. Mesela 50 cm çevre genişliğine sahip olan arama başlığının minerallere karşı duyarlılığı çok olduğundan yanlış sinyal verme olasılığı da çok büyür. Buna ek olarak örnekte verilen büyüklükteki arama başlığı küçük olan metalleri farketmeden geçebilir. En ideal kullanıma göre yuvarlak arama başlığının çevresi 20 cm ile 35 cm arasında ki başlıklardır. Hatalı sinyal olasılığı en az olan güvenli metal dedektörü 5khz ile 12khz frekanslar da olanlardır. Çalıştığı frekans ise 6,99khzdir.Metal dedektörleri metallerin ayrımını manyetik özelliklerine ve manyetik iletkenliklerine göre yaparlar. En ideal bir metal dedektörün de ayırım iki biçimde gerçekleşir değerli ver değersiz olarak böyle yapılmasının sebebi ise daha fazla yapılacak ayırım derinlik kaybına neden olur[1].

2.2.6 Sadece altına sinyal veren metal dedektör var mıdır?

Piyasada olan birkaç amatör dijital metal dedektörler de ise yalnızca altın bulmak amaçlı ayarlamalar yapılmaktadır. Bunun gibi amatör metal dedektörlerin algılama derinliği oldukça azdır.Anlatılan dedektörler alüminyum gazoz kapağı, paslı çivi ,bakır gibi metallere de altın da vermiş olduğu sinyali vermektedir.Şöyleki altından başka metali fark etmeden yalnızca altına sinyal veren metal dedektörler bulunmaktadır. Standart metal dedektörlerin de ise altın ile birlikte olan değerli metalleri birlikte algılar buna ek olarak da tarama yaptığı derinlik amatör dedektörlere kıyasla oldukça fazladır.Dedektörler metalleri manyetik özelliklerine ve iletkenliklerine göre bulur.Profesyonel metal dedektörlerinde metal ayrımı değersiz ve değerli biçimindedir[1].

2.2.7 Metal ayırimli mı, yoksa metal ayırimsız mı tarama yapmak daha sağlıklıdır?

Profesyonel olan metal dedektörleri bütün metalleri ve metal karışımını bulur ve değersiz olandan değerli olanı ayırır. Dedektörler yalnızca değerli olan metalleri fark edilebilecek bir biçimde ayarlama yapılabilir. Dedektörlerde metal ayırımı oluşturmaya çalıştıkça derinlik kaybı oluşacağından profesyonel olarak yapılan araştırmalarda taramanın en başta metal ayırimsız olarak çalışması önerilir. Metal sinyalinin geldiği bölgede makinanın metal ayırımı özelliği seçilerek metalin değersiz mi değerlimi olup olmadığı anlaşılır[1].

2.2.8 Tespit derinliğini etkileyen faktörler nelerdir?

Manyetit, hematit, kil oranı fazla olan toprak çeşitlerinin de algılama derinliğinde farklılık meydana gelir. Toprağın gevşek ya da sıkılığı algılama derinliğini etkiler oksitlenmiş metallerin algılanması diğerlerine kıyasla çok daha basit ve derinde gerçekleşmektedir. Minimum 100-150 yıl toprağın altında bulunan metaller çok daha derinde algılayabiliriz[1].

2.2.9 Metal dedektör performansını görmek için metal gömüp deneme yapmak doğru mudur? Derinlik garantisi verilir mi? Metal dedektör seçerken nelere dikkat edilir?

Bir metal ne kadar çok zaman toprağın altında basınç, sıcaklık ve nem faktörleri ile birlikte bulunursa o kadar çok derinde algılanır. Üstelik oksitlenmiş metallerin algılanması çok fazla daha derinden olacaktır. Yakın zamanda gömülen metallerin algılanması çok eskiden yerin altına gömülmüş metallere kıyasla çok daha zordur. Araştırmacı yakın zamanda gömülen bir metali bulmak istemediği, oksitlenmiş ve yıllarca gömülmüş bir metal bulmak istediğinden yakın zamanda gömülen metal ile derinlik testine girme işlemi hata yaptırabilir. Dedektörlerde performans testi yakın zamanda gömülen araştırma için değil araştırmalar sırasında tespit edilen metallere yönelik yapılmalıdır. Araştırmacı tecrübe edindikçe nasıl büyüklükteki metali ne kadar derinlikten ayırt edebileceğini toprağı kazmadan bilecektir. Hiçbir üretici yada pazarlamacı derinlik konusunda garanti vermez. Bunun nedeni daha evvelden derinlik tahmin edilmesinin olanağı olmayan farklı değişkenlere bağlıdır. Bunun garantisini kullanıcıya vermek kullanıcıyı kandırmak olur. Metal gömüp çalışmalar yapmak yalnızca süre kaybıdır. Kullanıcının üreticiden yada pazarlamacıdan derinlik garantisi istemesi de bir diğer yanılsalıktır çünkü üretici yada pazarlamacı ;metal detektörün, çeşitli toprak yapılarında, değişik zamanlarda toprakta kalmış değişik metallere ne çeşit tepkiler verebileceğini araştırma yapmadan önce kestiremez, yer altı bir bilinmezdir[1].

Araştırmacı bir sürü karmaşa yaratacak kazma-gömme işlemi yerine, toprağın üstünde deneye bileceği birkaç deney ile dedektörün çalışmasını rahatlıkla deneyerek fikir sahibi olabilir. Kaliteli ve nitelikli özelliklere sahip metal dedektörleri teknik özelliklerine göre seçmek en iyi yöntemdir[1].

2.2.10 Metal dedektör hangi büyüklükteki metali ne kadar derinden tespit edebilir?

Yerin altında ki algı derinlikleri birden fazla değişken ile ilişkili olduğundan sayısal nicelik ve derinlik belirtmek yanıltıcıdır. Araştırmacı bir tane bozuk paranın algı derinliğini ve metal dedektörün en yüksek algı derinliğini bilirse büyüklük derinlik arasında bir bağlantı oluşturabilir. Yere farklı büyüklükte metal koyup sayısız deneme yapmak yalnızca süre kaybıdır. Bunun nedeni dedektörün verimi tüm bölgede değişik büyüklükte ve değişik zamanda toprakta kalmış olan metal için farklı olacaktır. Üç metre derinlikteki metalin algılama duyarlılığı ile dört metre derindeki metalin algılamadaki duyarlılığı farklıdır. Özellikle uzun zaman toprakta bulunmuş ve oksitlenmiş metaller, metal dedektöre çok büyük olarak görüneceğinden algılaya bilme derinliği artacaktır[1].

2.2.11 Metal dedektör ne kadar genişlikte alan tarar?

Metal dedektörler arama başlığı olarak adlandırılan yuvarlak bölümün alt kısmına doğru sinyal gönderirler. Arama başlığının dışında kalan yerde de biraz tespit yapılır[1].

2.2.12 Neden iki arama başlığı kullanıyoruz? Arama başlık çapının tespit derinliğine etkisi nedir?

Profesyonel metal dedektörlerinde iki tane arama başlığı bulunmaktadır. Küçük olanın çevresi 25 cm iken büyük olanın çevresi 33 cm'dir. Küçük başlığın küçük metallere duyarlılığı oldukça yüksek iken büyük başlık ile daha derin olarak tarama yapılır[1].

2.2.13 Frekans nedir? İdeali hangisidir? Tespit derinliğe etkisi nedir?

Dedektörün çalışma frekansı bir metal dedektörün çalışma yönteminden farklılık göstermektedir. IB ve BFO yöntemi ile çalışan bir dedektör özellikle 5-12 kHz frekans arasında çalışır. PI yöntemiyle dedektörlerde çalışma frekansı önemli değildir. Arama hızı ile ilişkili olarak birkaç herz de çalışır ve sönümlenme zamanına göre 3 kHz frekanslarında da çalışabilir[1].

Dedektörün çalışma prensibi pil sarfiyatını değiştirmektedir.VLF ve BFO yöntemi ile çalışan dedektörler çok az akım çekmektedirler.Anlatılan sistem ile çalışan dedektörler 8 tane 1.5 volt kalem pil ile çalışır.Sistemin veriminin çok olması amacı ile alkali pil kullanımı önerilir.Şarj edilen pil de kullanılır ama çok daha yüksek performans elde etmek amacı ile alkalın pil tavsiye edilir.PI olarak çalışan sistemlerde100watt ve benzeri darbe güçleri bilinmedik güçler değil.Anlatılan sistemdeki dedektörlerde ise çoğunluk ile kurşun akülerden yararlanılır.Araştırmacının arazide çalışırken yanına fazladan pil alması gereklidir.Kulaklık kullanılarak çalıştığın da pil kullanımı düşecektir. Pil azaldığında ise dedektörün güç göstergesi ışığı kapanacaktır.Bu gösterge yardımı ile pillerin yenilenmesi gerektiği anlaşılabacaktır[1].

2.2.15 Metal dedektörler elektromanyetik alan prensibine göre çalışıyor, insan sağlığına zarar verir mi?

Birden fazla metal detektörü insan sağlığını bozacak bir şekilde elektromanyetik alan oluşturur.Metal dedektörlerin de Avrupa birliği Kalite Standartları kurallarına uygun olacak şekilde CE EMC elektromanyetik uyumluluk araştırmalarından başarılı bir şekilde geçerek üretilmekte.Buna ek olarak da Türk standart endüstrisinden de onay alarak ithal edilmektedir kesinlikle insan sağlığını bozmaz[1].

2.2.16 Dijital ve analog metal dedektör arasında ne gibi farklar vardır?

İki sistemin de kendi arasında dezavantajları ve avantajları olmaktadır. Analog dedektörlerde çözünürlük den bahsetmek saçmalık olacaktır çünkü ayarlarının hepsi analogdur bu yüzden de dedektör oldukça hassas durumlarda da kullanılır ama analog olarak çalışan dedektörlerde sinyali kaydetmek veya sinyali işlemek ya da kullanıcıya göstermek epeyce zordur.Bu gibi durumlarda devreye dijital olarak çalışan dedektörler girmektedir.Aslında dijital dedektörün iç yapısı da gene analog bir sistemden meydana gelmektedir.Elde edilen sinyaller bir ADC ile örneklenir ve mikro denetleyici yardımı ile işlenip saklanır.Buna ek olarak görsel olarak ekrana işlenmiş olan bir sinyal gösterilebilir.Anlatılana benzer olarak çalışan cihazlarda çözünürlük den bahsedildiği için analog bir cihazda olduğu gibi hassas ayarlarda çalıştırılmazlar[1].

2.2.16 Metal tespit ettiğinde metal dedektörün tepkisi nedir? Gömülü metalin tam yeri nasıl bulunur?

Profesyonel olarak çalıştırılan metal dedektörleri metali tespit ettiğinde görsel işaretler yada ses işareti ile araştırmacıya bilgi verir.Metalin üstünde bulunduğu süre içinde ibre hareketi ve ses sinyali vermeye devam eder.Metal ile arasına mesafe girdikçe sinyaller zayıflamaya devam eder uzaklaştıkça da kesilir ve böylelikle metalin bulunduğu bölge tespit edilir[1].

2.2.17 Tespit edilen metalin değerli olup olmadığı nasıl anlaşılır?

Toprakta bir küp saf demir ve bir küp altın olduğunu düşünelim profesyonel olarak çalışan metal dedektörü metal ayırımı sız araştırmada iki metale birlikte sinyal verecektir. Metal dedektör ayırımı şekilde çalıştırıldığında ise sadece altına sinyal verip demire sinyal vermeyecektir[1].

2.2.20 Tünel, mağara, ev içinde duvarların arkasını ve tabanın altını taramak için metal dedektör kullanılır mı?

Ev mağara tünel gibi kapalı yerlerde duvarın arka kısmını betonun iini ve tabanın alt kısmını aramak amacı ile metal dedektöründen yararlanılır .Dedektörün sinyal verdiği bölgede metalin bulunduğu yere ulaşılır[1].

2.2.21 Asfalt altında kalmış kapak, ızgara, vb. bulmak için metal dedektör kullanabilir miyiz?

Tabi ki de kullanırsınız. Telekomünikasyon firmaları , belediyeler , mtayit firmaları bunun gibi uygulamalarda ve kullanımda sağladığı yüksek performans ve avantaj nedeniyle metal dedektörü kullanılmaktadır[1] .

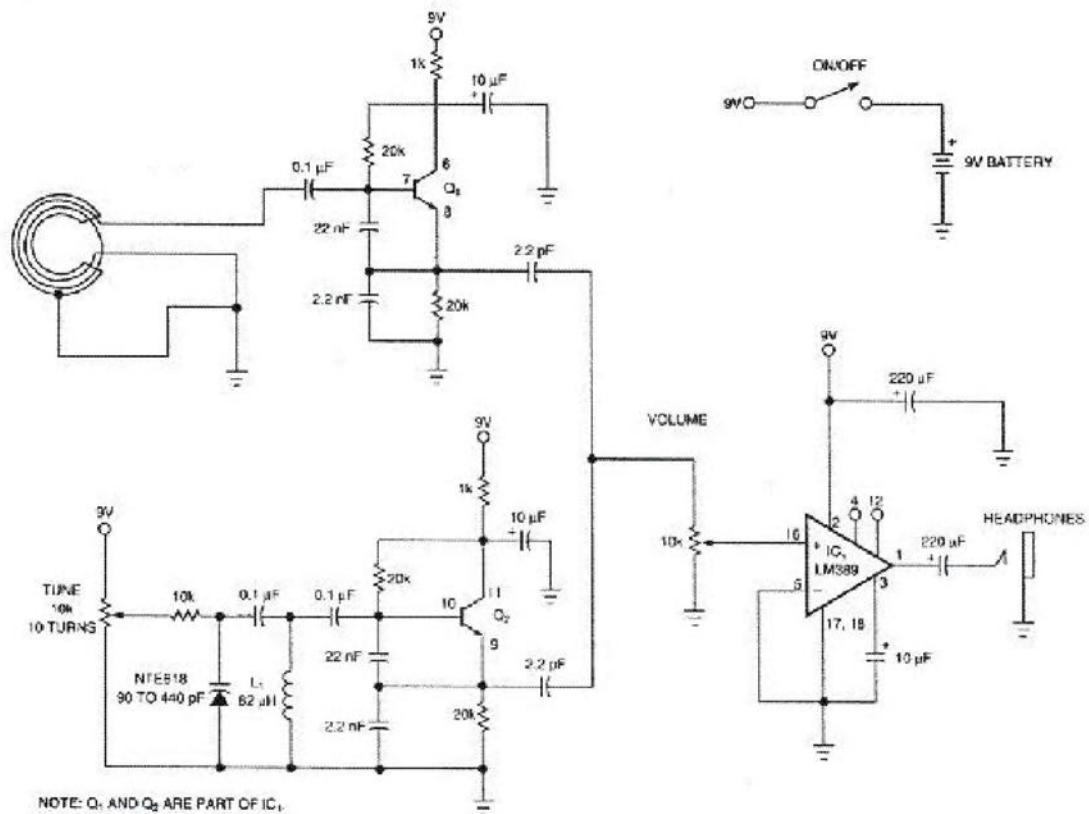
3. ÇALIŞMA SİSTEMİ

3.1 BFO (Beat Frequency Oscilator - Vuru Frekansı Osilatörü) Sistem Metal Dedektörleri:

Sistem iki tane osilatör'den oluşmaktadır. Birinci osilatör frekansı değiştirmez ve kristal kontrollünü sağlar. İkinci osilatör frekansı ise arama bobini şeklinde kullandığımız bobin ile ilişkilidir. Ortamda hiç metal yok ise bu bahsedilen osilatörlerin frekansları eşittir. Arama yaptığımız bobine metal bir şey yaklaştırıldığında BFO frekansı farklı olacaktır. Bu şekilde frekansında değişiklik olmayan BFO ile arasında fark frekansları meydana gelecektir. Oluşan bu fark frekansı gerekli devrelerle görüntü sinyali ve ses sinyali ile uyarı olacak şekilde kullanıcıya verilecektir[2].

Şekil 3.1 de bir BFO dedektörü uygulaması bulunmaktadır. Devrede gösterildiği gibi iki tane osilatörden oluşmaktadır. Gösterilen Q1 osilatörünün frekansı search loop olarak ifade edilir arama bobininin endüktansı ile ilişkilidir. Alt kısımda Q2 olarak ifade edilen osilatör frekansı da değişmez aynıdır. Normal durum da tüne potansiyometrisi aracılığı ile bu iki devrenin frekanslarını birbirleri ile aynı yapmaktadır. Fark frekansı meydana gelmediğinden hoparlörde hiç sinyal işitilmemektedir. Arama bobinine metal yaklaştırıldığında fark frekansı meydana gelecek ve böylece sinyal işitmeye başlayacaktır[2].

BFO sistem metal dedektörlerde metalin var olup olmadığı frekans kayması gözlemlenerek tespiti gerçekleştirilir. Frekansın kayma yönü izlenerek metalin cinsi belirlenir. Değersiz metaller endüktansı yükseltirken değerli metaller ise bobinin endüktansını azaltır[2].

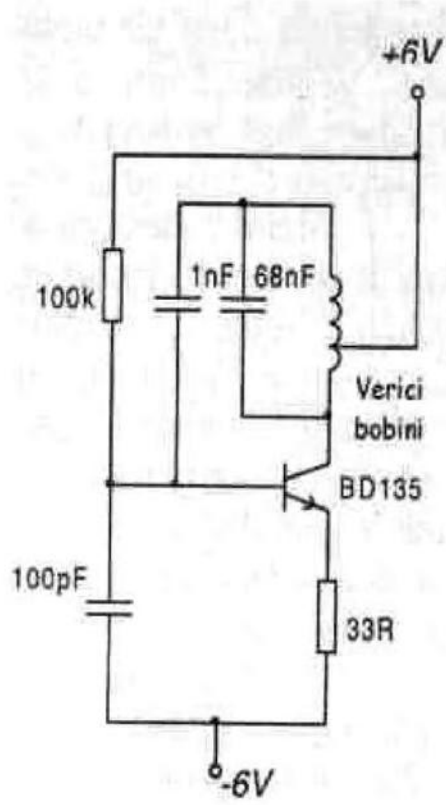


Şekil 3.1:BFO dedektör verici osilatörü [2]

3.2 IB (Induction Balance) Dedektörler:

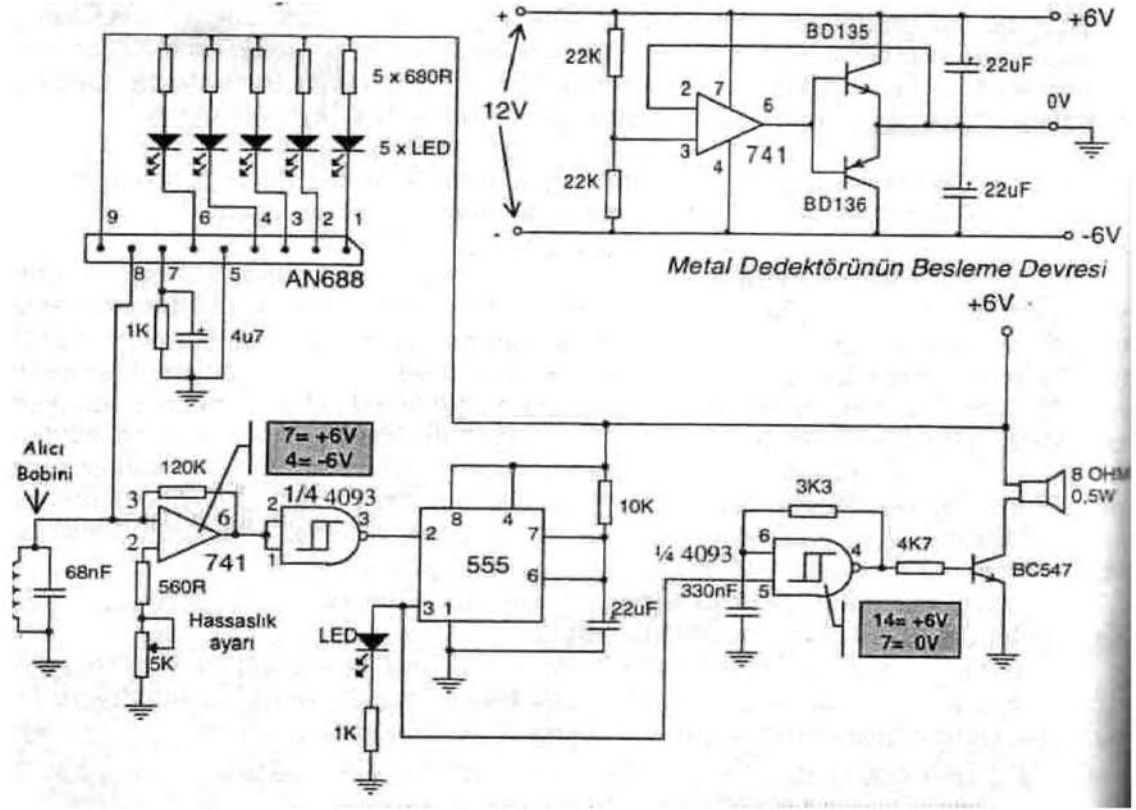
Arama başlığı iki bobinden oluşmaktadır bunlardan biri osilatör bobinidir .Bu bobinimiz verici şeklinde çalışmakta olup çevresine elektro manyetik dalgalar göndermektedir. İkinci bobinimiz ise alıcı bobinidir. Bahsettiğimiz bobin arama yaptığımız başlığın iç kısmına çevrede metal olmadığı süre boyunca en küçük sinyale tepki vermiyecek biçimde konur.Arama yapılan başlığa bir metal yaklaştırıldığın da arama başlığındaki alıcı bobindeki sinyalin genliğinde artma oluşur.Bu şekilde artan sinyal ses sinyali biçiminde hoparlörden algılanır[3].

Şekil 3.1 de gösterilen IB sistemi ile çalışan bir dedektörün verici osilatörüne sahiptir.



Şekil 3. 2: osilatörün alıcı devresi[3]

Osilatörün çalışma frekansı R , L , C elemanlarının değeri ile ilişkilidir. Osilatörün gücünün ise $33R$ lik direncin değeri ile ilişkilidir. Şekil 3.2 de görülen devre ise bir alıcı devresidir[3].



Şekil 3.3 :Her iki devrenin bobini Şekil 3.3'deki gibi yerleştirilir.[3]

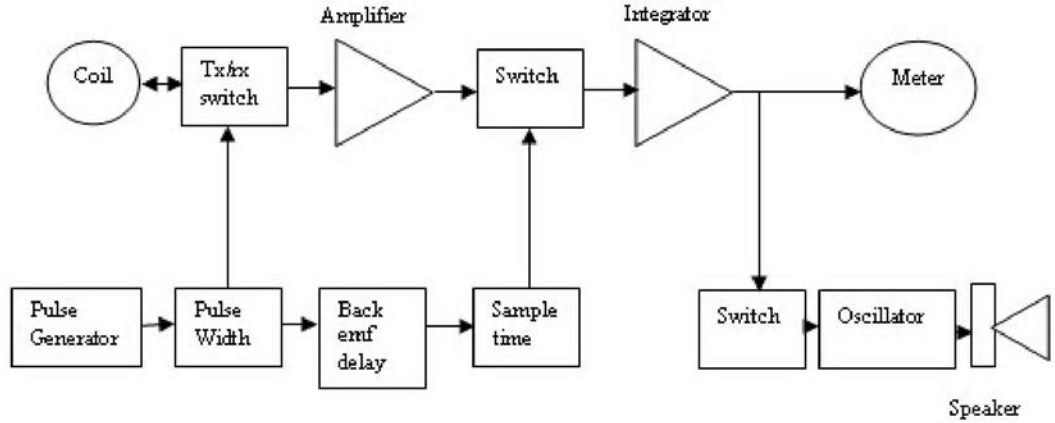


Şekil 3.4:alıcı verici bobinin siper sayısı[3]

Normal şartlar altında bobinlerin konulma açısından kaynaklı verici bobinin yaymış olduğu sinyallerde alıcı bobin çok az etkilenmektedir. Bunun nedeni alıcı bobinin içerisinde olan çizgi adedi içerisinde çıkan çizgi adedine denk olmasından kaynaklanmaktadır. Arama bobinin etrafına bir metal yaklaştırıldığında bu denge değişecek ve alıcı bobinde bir gerilim oluşacaktır. Şekil 3.3de gösterilen alıcı devresinde AD688 entegresi ile alınmış olan sinyalin derecesini kullanıcıya görsel biçimde gösterir.[3]

4093 entegresi ve opamp da ses sinyali üretecek olan 555 entegresin de herhangi alıcı da sinyal olduğu zaman devreye geçirecek biçimde ayarlanmıştır.[3]

3.3. Pulse Induction (Darbe İndüksiyon) tipi dedektör:

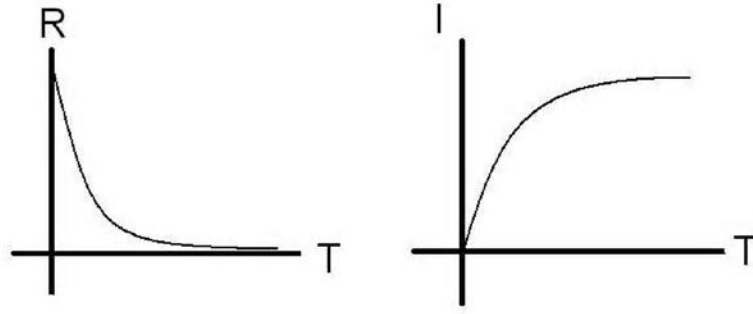


Şekil 3. 5:darbe indüksiyon metal dedektörü[4]

Arama başlığında genel olarak bir bobin den oluşur ve bahsedilen bobine oldukça kısa bir zaman altında oldukça yüksek akımlı bir darbe verilir. Oldukça kısa zaman da etrafta yüksek manyetik alan oluşturur. Darbe işlemi bitiminden sonra bobin alıcı devre ile birleştirilir ve bobin gönderilen darbenin etkilerini dinleme işleminden geçer. Ardından elde edilen etkiler değerlendirilir. Eğer etrafta metal bulunuyor ise gelen etkiler yüksektir, ve ses sinyali biçiminde hoparlörden verilir.[4]

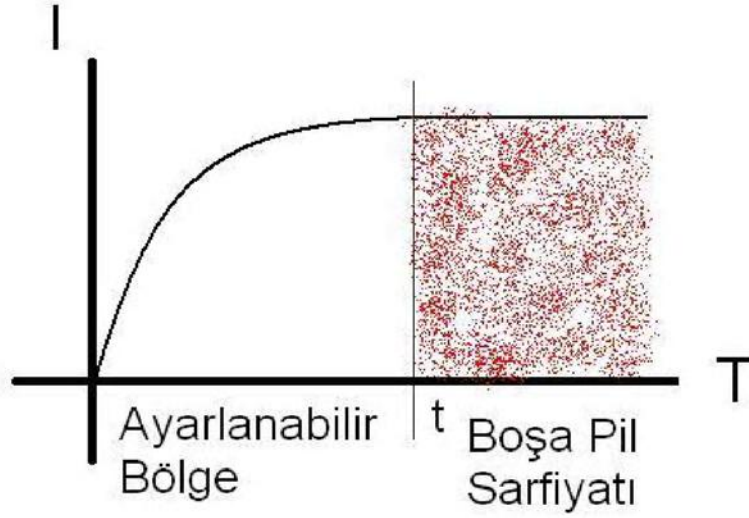
3.3.1 PI dedektörlerde gönderme devresi:

Bilindiği üzere bobinlere akım ilk verildiği zaman bobinler açık devre olarak davrandıkları için akım çekmezler. Bobinin gösterdiği direnç zamanla kısa devre olacak biçimde azalacağından çektiği akım da zamana bağlı olarak artacaktır. Bobinin endüktansı ile ilişkili olarak kısa devre teli gibi davranacaktır bobinimiz.[5]



Şekil 3. 6:bobinin zamana bağlı olarak gösterdiği direnç [5]

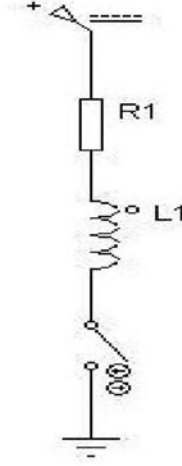
Şekil 3.6 te gösterilen R bobinin zamana bağlı olarak gösterdiği dirençtir. PI dedektörlerde bobinimiz kısa devre durumuna geldiği zaman bobinden geçen akım sadece pil sarfiyatına neden olmaktadır. Darbe genişliğini yükselte bildiğimiz kadar yükseltirsek derine gitmesi gibi bir durum bulunmamaktadır. Pil sarfiyatı sadece bobinimiz doyuma ulaştığı zamandan sonra gerçekleşmektedir[5].



Şekil 3.7:ayarlanabilir bölge[5]

Darbe genişliğinin bobinimiz doyuma gittikten sonra kesmemiz gerektiğini yukarıdaki grafikte belirtmiştik. Biz ayarlanabilir bölge olan zamanın nasıl hesaplanması konusunu inceleyerek nasıl bu kayıptan kurtulacağımızı hesaplayalım[5].

Arama bobinimizin de bir DC direnci bulunmakta. Bu dirence R diyelim. Bobinimizin endüktansına L, besleme gerilimimize de V diyelim. Eş değer Şekil 3.8'deki gibidir[5].



Şekil 3.8:devre elemanı[5]

Anahtar yerine devrede mosfetin olduğunu varsayalım. Zamana bağlı olarak bobinden geçen akımın formülü aşağıdaki gibi olacaktır.

$$I(t)=(V/R)(1-(e^{(-Rt/L)}))$$

I: zamana bağlı olarak değişen akım

V: besleme gerilimi

R: dc direnç

L: bobinin endüktansı

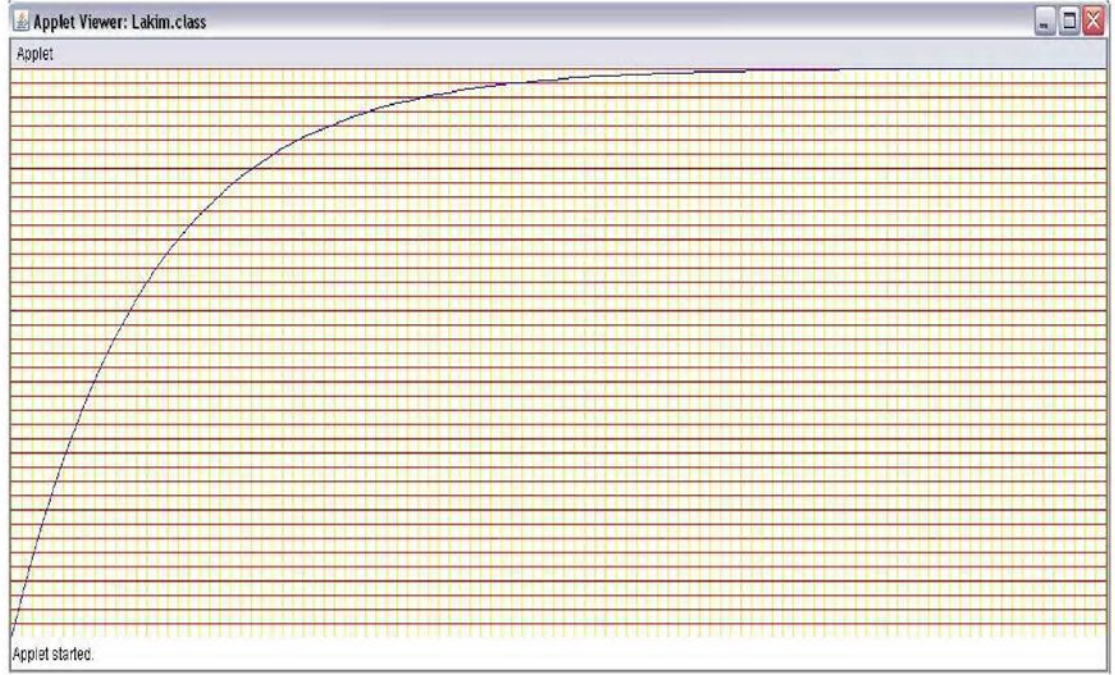
Örnek olarak:

Kullandığımız bobinin endüktansı 400uH olduğunu varsayalım

Besleme gerilimimiz 12V

Bobinimizin DC direnci 3 ohm

javada hazırlanmış bir program ile Şekil 3.9 bobinin kaçınıcı uS değerinin ardından doyuma varacağını grafik olarak gösterilmiş bulunmaktadır[5].



Şekil 3.9: bobinin doyuma ulaşması[5]

Şekilde gösterilen mavi olan çizgi bobinden geçen akım eğrisi olarak gösterilmiş. Yatay olarak gösterilen çizgiler 100ma'lık mesafeler ile çizilmiştir. Şekildeki en tepe bölüm $V \setminus R$ değeridir şöyle ki $12 \setminus 3 = 4$ olarak ifade edilmiştir. Dik olarak çizilen çizgiler arası 10uS aralık olarak ifade edilmiştir[5].

Şekilde görüldüğü gibi hemen hemen 300uS'den sonra bobinimizden geçen akım sabitleşmeye başlayıp 4 amper civarına ulaşıyor. Belirtilen zamandan daha fazla geçirdiğimiz akım boşa pil sarfiyatıdır. Bu pil sarfiyatından kurtulmak metal dedektörümüzle daha fazla arama yapmak anlamına gelmektedir ve cihazımızın performansını artırmak için çok önemli sayılmaktadır. Cihazımızı amatör ürünlerden ayıracak bu özellik için Java programı kullanılarak oluşturulan program kodu aşağıdaki kısımda ifade edilmektedir ve aynı zamanda Jgrap ile ekran çıktılarını sırası ile görebiliriz[5].

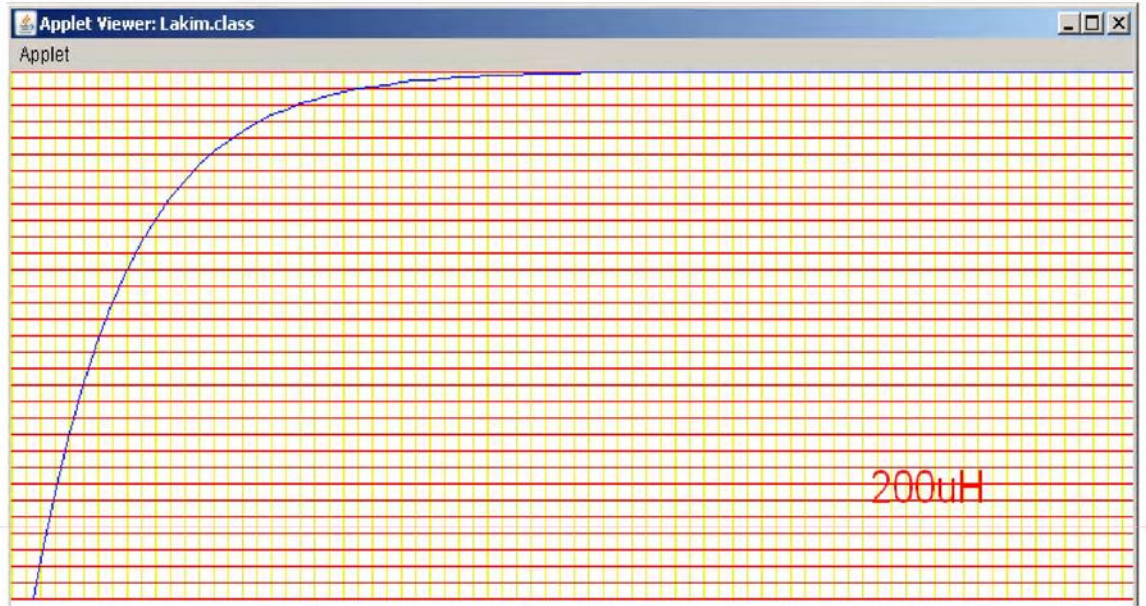
```

import javax.swing.JApplet; import java.awt.*;
public class Lakim extends JApplet
{
public void paint(Graphics page)
{
double L,R,V,T;
L=400;
R=3;
V=12;
int[]catix=new int[130];
for(int a=0; a<130; a++)
catix[a]= a*10;
int[]catiy=new int[130];
for(int a=0; a<130; a++)
{
T=1*a;
double eussu= Math.exp(-1*(R/(L/1000000))*(T/100000));
catiy[a]=(int)((100*((V/R)*(1-eussu))*(-1))+(100*(V/R)));
}
int[] centik =new int[130];
for(int a=0; a<130; a++)
centik[a]=(int)((100*(V/R))+5);
page.setColor(Color.yellow);
for(int a=0; a<130; a++)
page.drawLine(catix[a],0,catix[a],(int)((100*(V/R))+5));
page.setColor(Color.red);
for(int a=(int)(100*(V/R)); a>=0; a=a-10)
page.drawLine(0,a,1300,a);
page.setColor(Color.blue);
page.drawPolyline(catix,catiy,catiy.length);
}
}

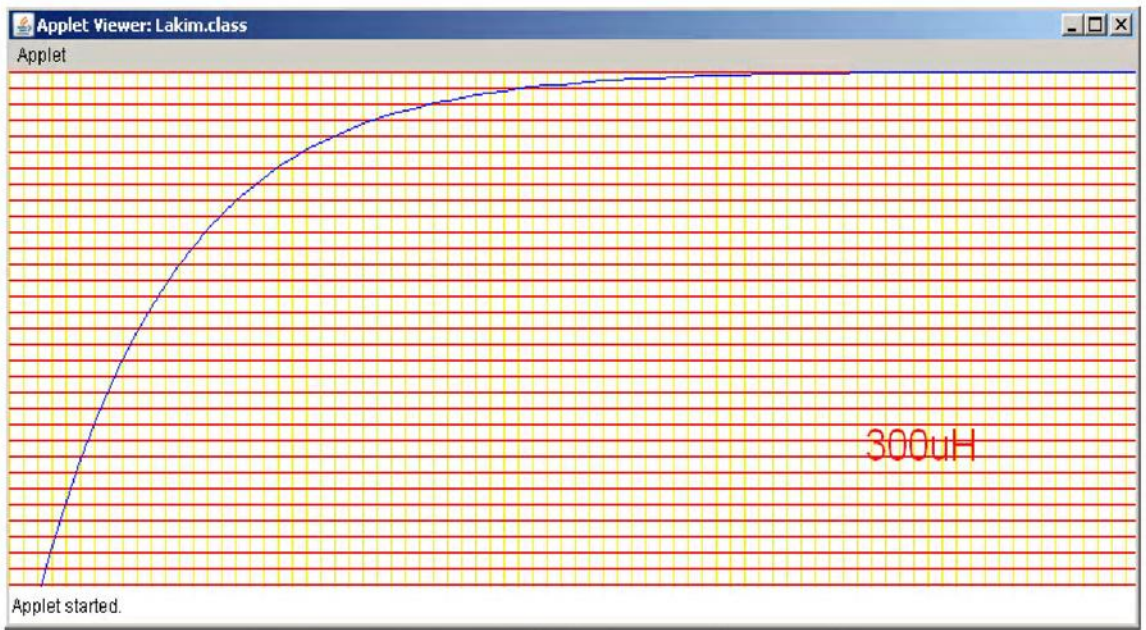
```

java programı[5]

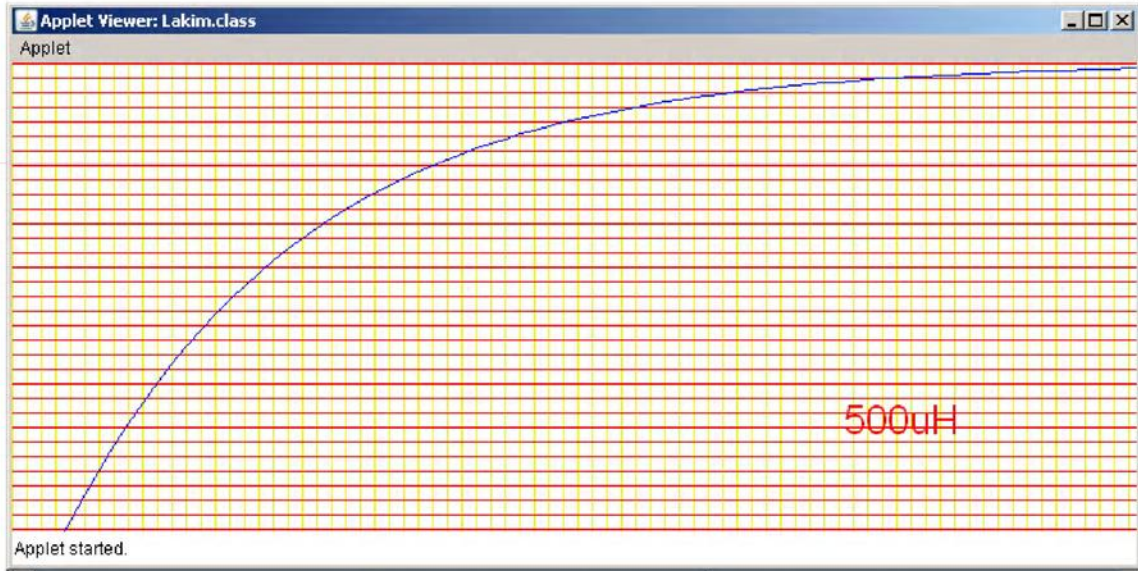
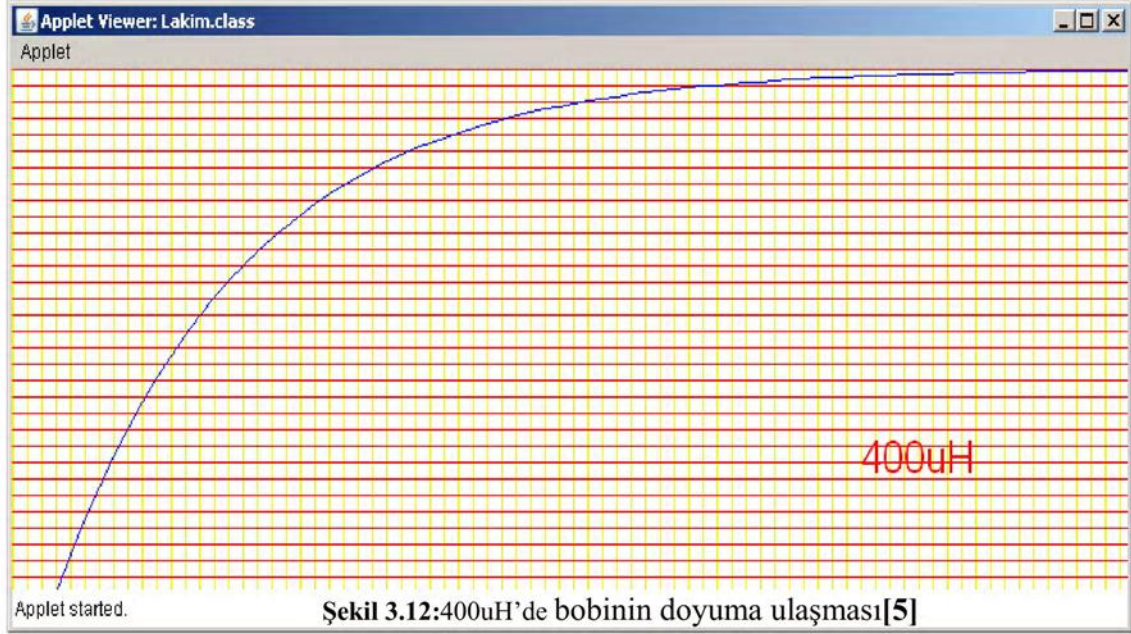
Üst kısımda belirtilen program yardımı ile 200,300,400,500 uH değerlerine sahip bobinler için akım zaman grafiğini oluşturalım.



Şekil 3.10: 200uH'de bobinin doyuma ulaşması[5]



Şekil 3.11:300uH'de bobinin doyuma ulaşması[5]

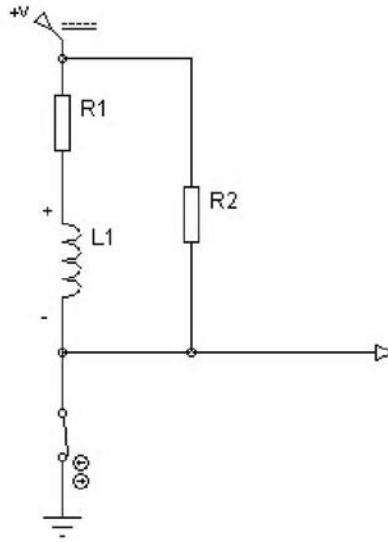


Şekillerde görüldüğü üzere bobinin değerinde artış yaptığımız zaman akımın alabileceği maksimum dereceye ulaşması işlemini uzatmaktadır.

ANAHTAR AÇILDIKTAN SONRA:

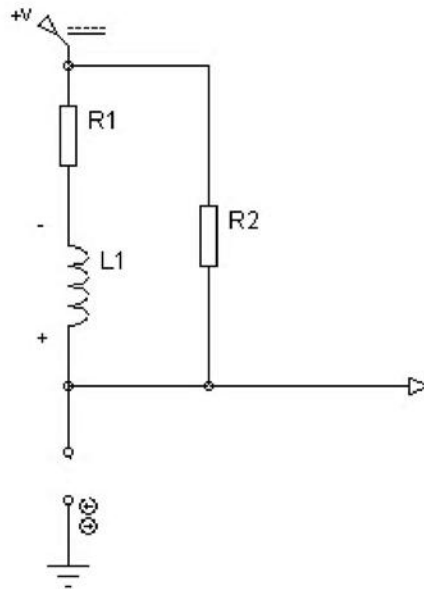
Bildiğimiz üzere bobinlere tek yönlü gerilim uygulayıp ardından verilen gerilimi kesersek bobinlerde ters yönlü bir gerilim meydana gelir ve meydana gelen ters gerilim

zamanla git gide sönümlenir .Bildiğimiz PI dedektörlerde metalin olup olmadığını oluşan bu sönümlenme zamanına bakılarak anlarız.Daha önce anlattığımız ve anahtarın kapatılmasıyla bobin üstünde oluşan gerilim kutuplanması aşağıda gösterilmiştir.[5]



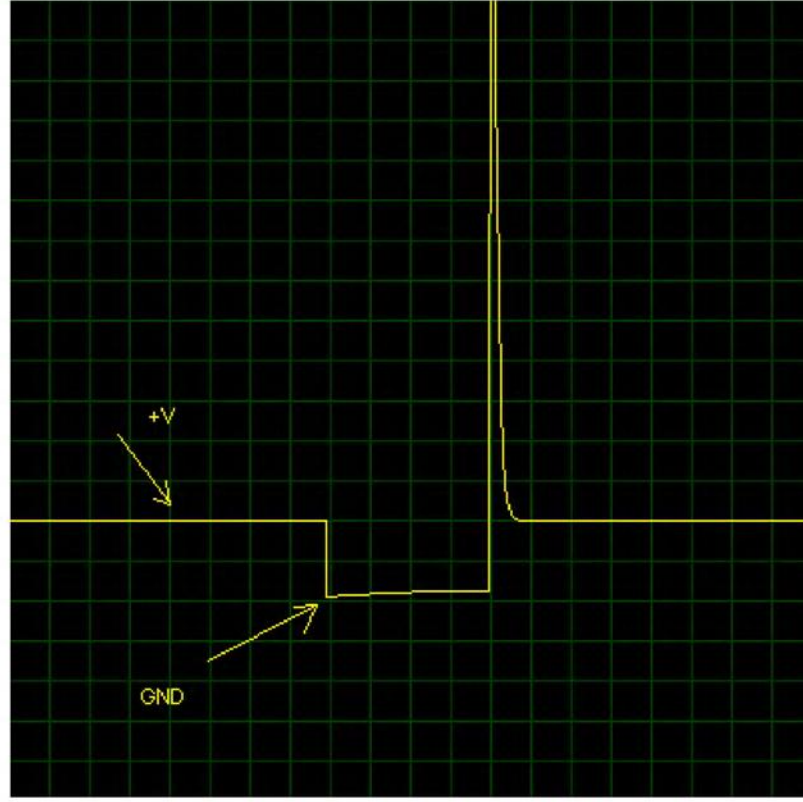
Şekil 3.14: Anahtar kapatıldığında bobin üzerinde gerilim kutuplanması[5]

Görmüş olduğumuz gibi bobin üzerindeki oluşan gerilimin eksi ve artı beslemesi aynı yöndedir ve çıkışında da GND bulunmaktadır. Bu olay gönderme işlemi sırasında geçerliydi. Şimdi ise açık olma durumunda olmaları sırası ile inceleyecek olursak.[5]



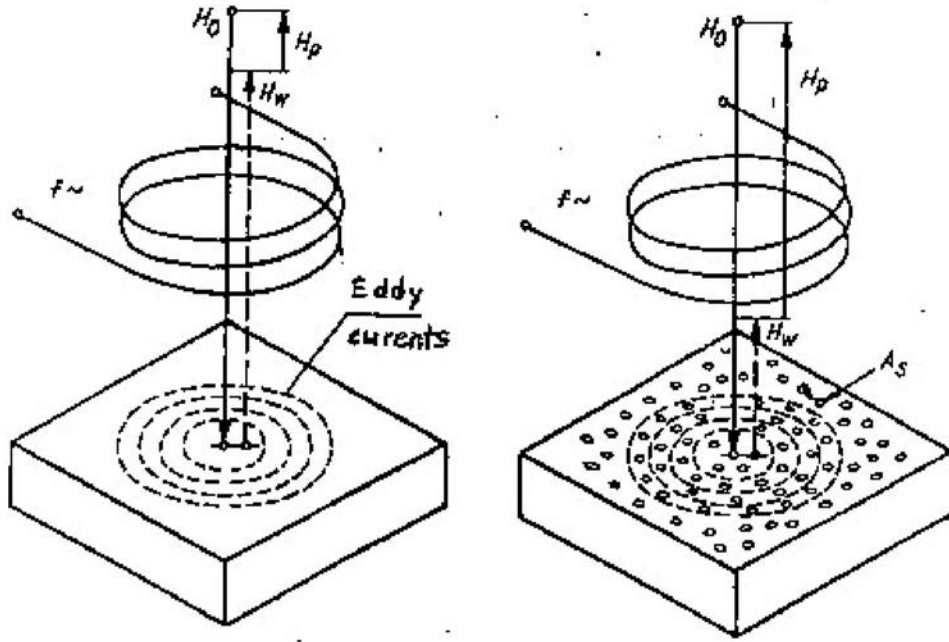
Şekil 3. 15: Anahtar açıkken bobin üzerinde gerilim kutuplanması [5]

Bu sefer bobine uygulanmış olan gerilim kesilmiş olacağından bobin üstünde zıt yönde gerilim oluşacaktır. Burada oluşmuş olan ters gerilim beslemeye seri olduğundan çıkışa (+V)+(sönümlenme gerilimi) varacaktır. Çıkış görüntüsü Şekil 3.16 da gösterildiği şekildedir.[5]



Şekil 3. 16: sönümlenme eğrisindeki uzamalar [5]

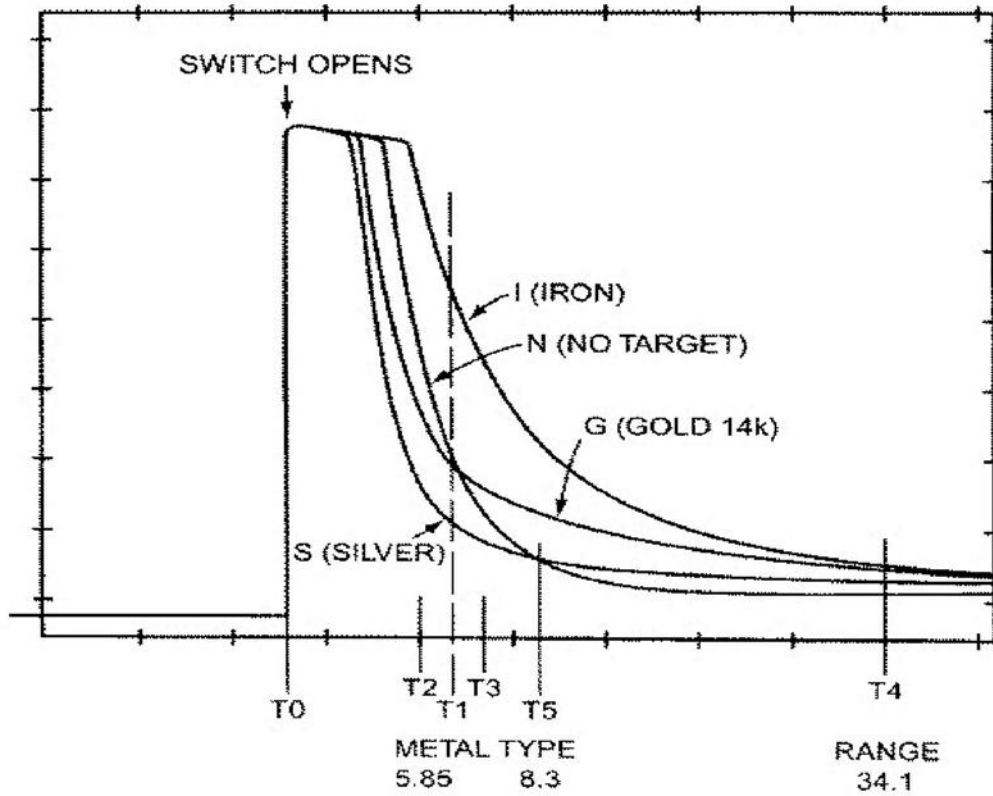
PI dedektörlerde metalin olup olmadığı Şekil 3.16’da gösterilmiş olan sönümlenme eğmeçli uzatmaları göz önüne alarak yaparız. Şayet bulunduğu ortamda bobinden akım geçiyor iken etrafında ki metalin üstünde eddy akımları olarak adlandırdığımız akımlar oluşur[5].



Şekil 3. 17: eddy akımları gösterimi[6]

Akım verilmediğinde üzerinde eddy akımı meydana gelmiş olan metal, bu sefer bobinde gerilim meydana gelmesine sebep olmaktadır. Sönümlenmekte olan bobinin de sönümlenmesi olayının uzun sürmesi ne sebep teşkil etmektedir[6].

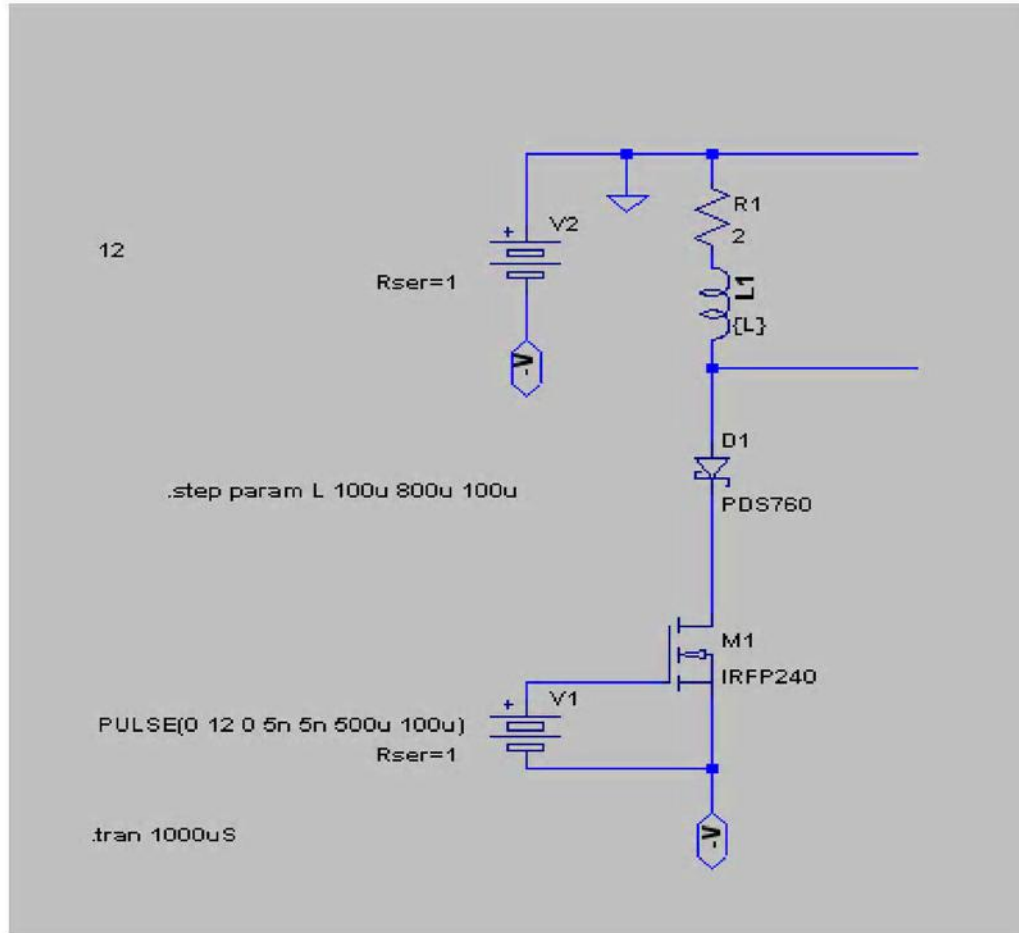
PI dedektörlerinde ise metal arama ayrımı sönümlenme eğrisinin eğimine göre yapılmaktadır.



Şekil 3. 18:metallerin cinsine göre sönümlenme süresindeki uzamalar[7]

Şekil 3.18’de metallerin cinsine göre sönümlenme süresindeki uzamalar görülmektedir.

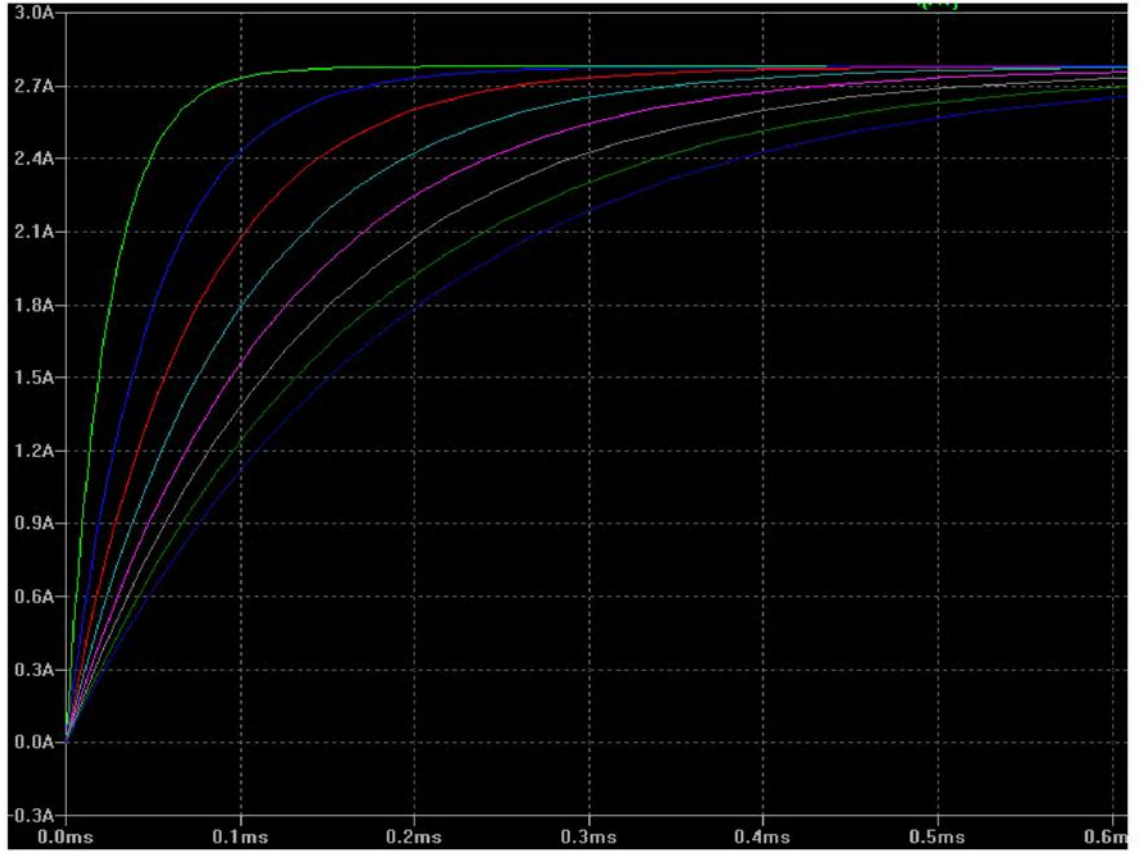
Buraya kadar darbe süresinin bobinin endüktansı ile ilgili olduğundan bahsetmiştik. Yukarıda verilen formüle göre farklı bobin değerlerinde şarj akımının ne zaman doyuma gideceğiyle ilgili Şekil 3.18’deki şemanın simülasyon çıktısı 3.19’dir..



Şekil 3. 19: bobin değerlerinde şarj akımı[7]

Sol kısımdan sağ kısma doğru 100 uH ‘den 800uH’ye varmaktadır. Şekilde de görülmüş olduğu gibi düşük değere sahip bobinleri doyuma ulaştırmak için kısa pulseler yeterli gelirken büyük endüktanslı bobinlerde hemen hemen pulse süresi 1mS varmaktadır[7].Bu yüzden düşük değerli bobin kullanmak önem arz etmektedir.

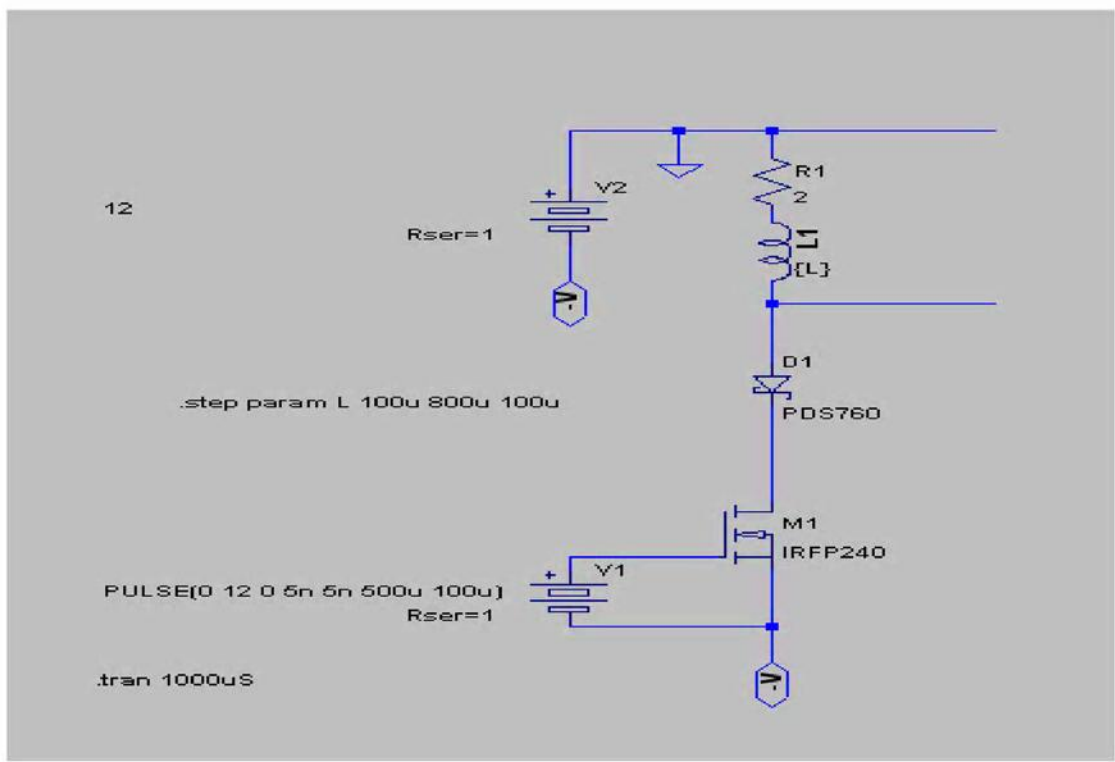
Bobinin sahip olduğu değer 100uH'den 800uH aralıklarla yükseltilerek şarj akımlarının zaman içindeki değişimi gözlemlenmiştir.



Şekil 3. 20 :görüldüğü gibi endüktans arttıkça doyuma girme süresi de artmaktadır[7].

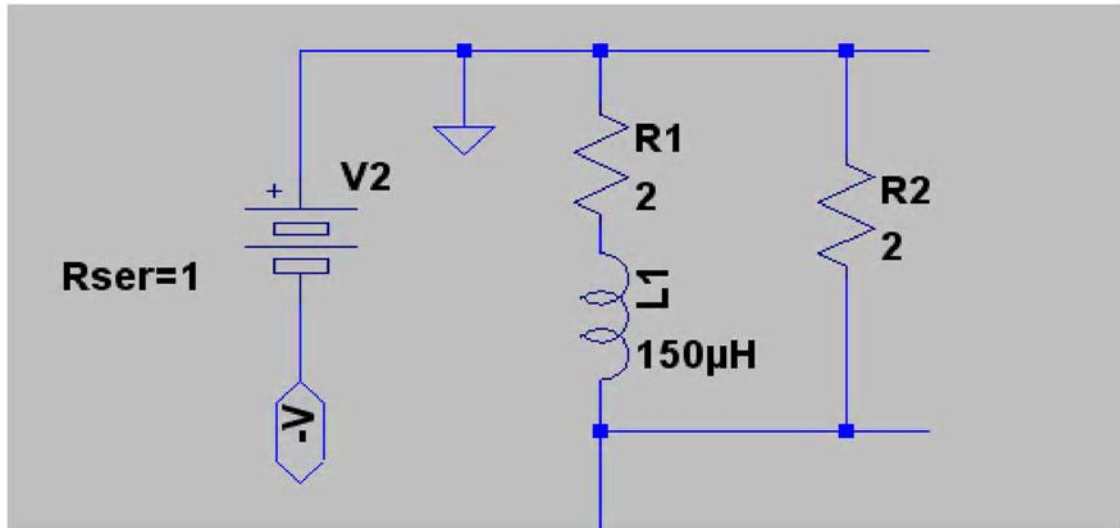
3.3.2 PI dedektörlerde darbe sonrası:

PI dedektörler darbe işlemi ardından bobin üstünde darbeye zıt yönde meydana gelen yüksek gerilimin sönümlenme süresine bakılarak metalin olup olmadığını test eder.



Şekil 3. 21: darbe sonrası iletimde tutma[8]

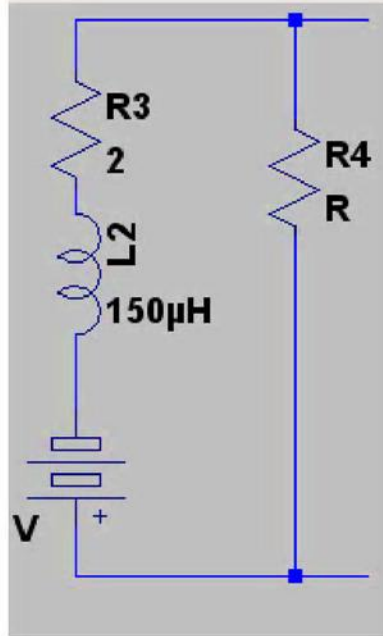
Şimdi ise burada mosfet bobinin doyuma ulaşana kadar uzun bir zaman boyunca iletimde tutulduğunu düşünelim. Besleme 12 Volt aldık ve direnci 2 ohm olarak seçtik. Bobinimiz doyuma ulaştığında artık devremizden $12/2=6A$ geçmektedir. Devremize ek olacak bir şekilde bobinimize paralel olarak oluşacak gerilimi ters olarak sönümlendirme işlemi sırasında da direncimiz 2R olsun[8].



Şekil 3.22: darbe sonrası iletimde tutma[8]

Darbe işlemi bittiği zaman bobinin uçlarında bobinin endüktansı ile ilişkili olarak ters ve yüksek gerilim meydana gelir bu gerilim zaman ile ilişkili olarak sönümlendirme direncinin üstünden sönümlenerek nötrülenir. Tahmin edileceği gibi burada oluşmuş olan ters sönümlenme eğrisini de bulmak için hesap yapılır[8].

Bobin akım verme işlemini bitirdiği zaman bobinden kaç amper akım geçiyor ise bu değere göre Şekil 3.22 da gösterildiği gibi eşdeğer devre oluşturulur.



Şekil 3. 23:eşdeğer devre[8]

Bu (V)gerilimi=(Bobinden en son akan akım değeri x Bobinin endüktansı)matematiksel işlem yapılabilir.

Sönümlendirme direncinden akan akımın formülü ise

Sönümlendirme direncinden geçen akımın formülü s domainde:

$$I(s)=V(s)/Z(s)$$

$$Z(s)=R+Ls \text{ ise}$$

$$I(s)=V(s)/(R+Ls)$$

Buradan zamana göre sönümlenme eğrisinin akım formülü

$$I(t)=V/L(e^{(-Rt/L)}) \text{ çıkar.}$$

Bir örnek yapacak olursak;

Besleme gerilimimiz 12V, Bobin direncimiz 2 ohm, sönümlendirme direncimiz de 560ohm olsun.

Bobin doyuma gittiğinde bobinden $12/2=6$ amper akım akmaktadır.

Bunu bobinin endüktansıyla(150uH) çarparsak V gerilimimizi

$$\text{bulmuş oluruz: } V=(6) \times 150 \times 10^{-6} = 9 \times 10^{-4} \text{V}$$

Yerine yazacak olursak:

$$I(t) = ((9 \times 10^{-4}) / (150 \times 10^{-6})) / (e^{-(560t / 150 \times 10^{-6})})$$

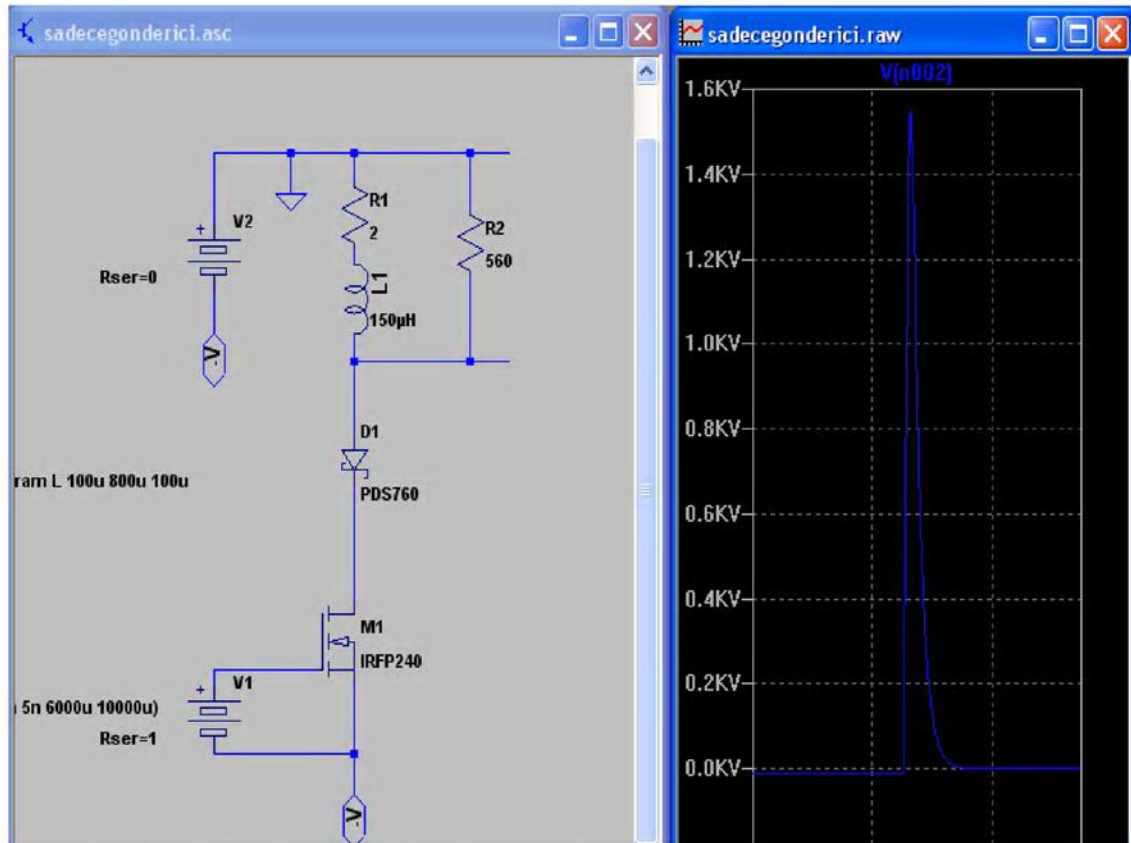
$t=0$ anından yani bobinimizden darbe kesildikten hemen sonra 560R direnci üzerindeki gerilimi bulmaya çalışalım

$$V_r = I(t) \times 560V \text{ kadardır.}$$

Buradan V_r 3360V çıkmaktadır. Yani çok yüksek bir gerilim ile sönümlenmeye başlıyoruz.

Daha sonra bu formülde t yerine değerler vererek hangi zamanda direnç üzerinde kaç volt olacağı bulunabilir[8].

Simülasyon görüntüsü Şekil 3.24'dedir.

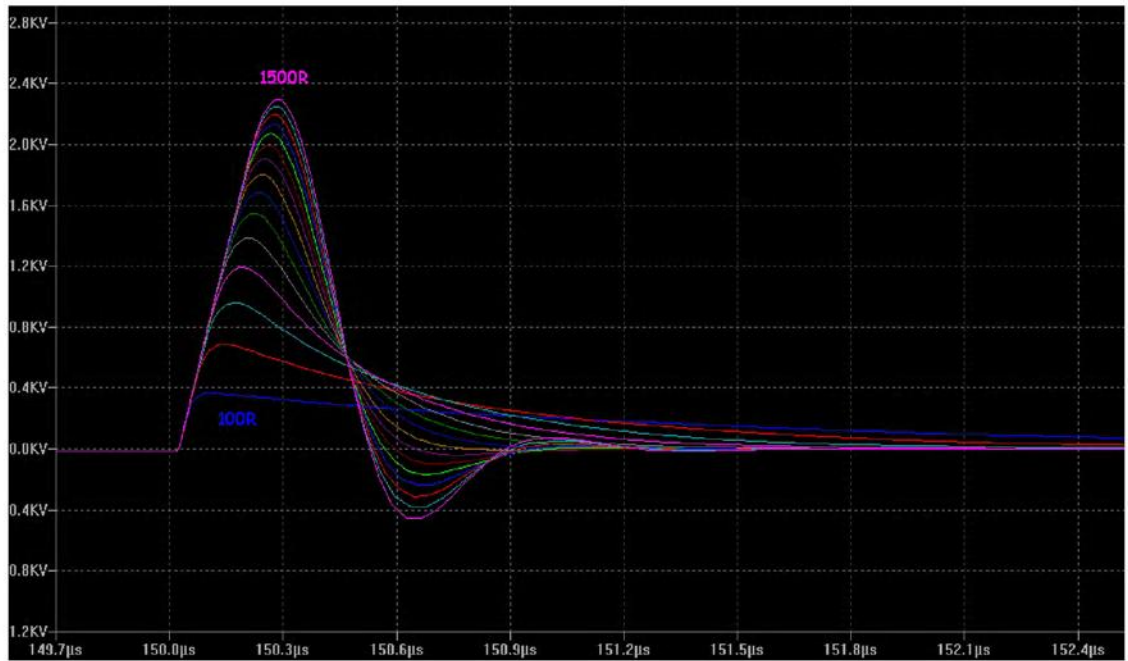


Şekil 3. 24 :t yerine değerler vererek hangi zamanda direnç üzerinde kaç volt olacağını bulabiliriz[8]

3.3.3 Sönümlendirme direncinin değerine göre sönümlenme süresinin değişimi:

Sönümlendirme direncimizin çok yüksek olması yada çok düşük olması ne gibi sonuçlar meydana getirir? Bu soruya cevap verebilmek için birden fazla etkeni bilmemiz gerekir. Bobinin kapasitif etkisi, endüktansı, kullandığımız kablonun değerleri vb. gibi simülasyon işlemi ile sönümlendirme yaptığımız zaman ne gibi etki yarattığını gözlemleyelim. Simülasyon şemamız şekil 3.25 de gösterildiği gibidir[8].

Sönümlendirme direncini 100R den 1500R'ye kadar 100R adımlarla arttırılmıştır. Grafikte çizimler 100R'den 1500R'ye doğru gitmektedir.



Şekil 3. 25:sönümlendirme direncinin etkileri[8]

Şekilde 3.25 de gösterildiği gibi R direncinin değerinin düşük olması sönümlenme zamanını artırıyor ve bu istenmeyen bir durumdur. Sönümlenme zamanının artması kritik bölgelerde preamfimizin doyumda durmasına neden teşkil edebilir. Bu nedenden düşük sönümlendirme direnci sakınca oluşturmaktadır. Ama direnç değeri artıkça bu seferde devremiz kapasitif etkenler yüzünden görmüş olduğumuz gibi osilasyon işlemine başlamıştır buna göre eğimi kaybettiğimiz sonucu çıkmaktadır bu yüzden ortalama bir değer almamız son derece önem arz etmektedir Şekilde de 700-800R aralarında bir direnç değeri kullanmak uygun bir sonuç verecektir ve en ideal kayıpla sonuca ulaşacağız.[8].

PI dedektörlerde metalin olup olmadığını kontrol edebilmek için sönümlenme eğrisinin uzamalarını kontrol edebilmemizin ve metalin değerli olup olmadığına bu sönümleme eğrisine bakılarak yorum yapılabileceği gerekliliğine değinmiştik. Bobinden bir darbe gönderildiği zaman bir metal alanda bulunuyor ise metallerde eddy akımları olarak adlandırılan çok küçük akımlar meydana gelir. Eddy akımları bizim kullandığımız sistem için çok önemlidir. Sistemi akıllı yapan parçalardan biride eddy akımını doğru şekilde okuyabilmesidir. Sistem eddy akımında meydana gelen tepkime sürelerini baz alarak bize metalin değerli olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir.

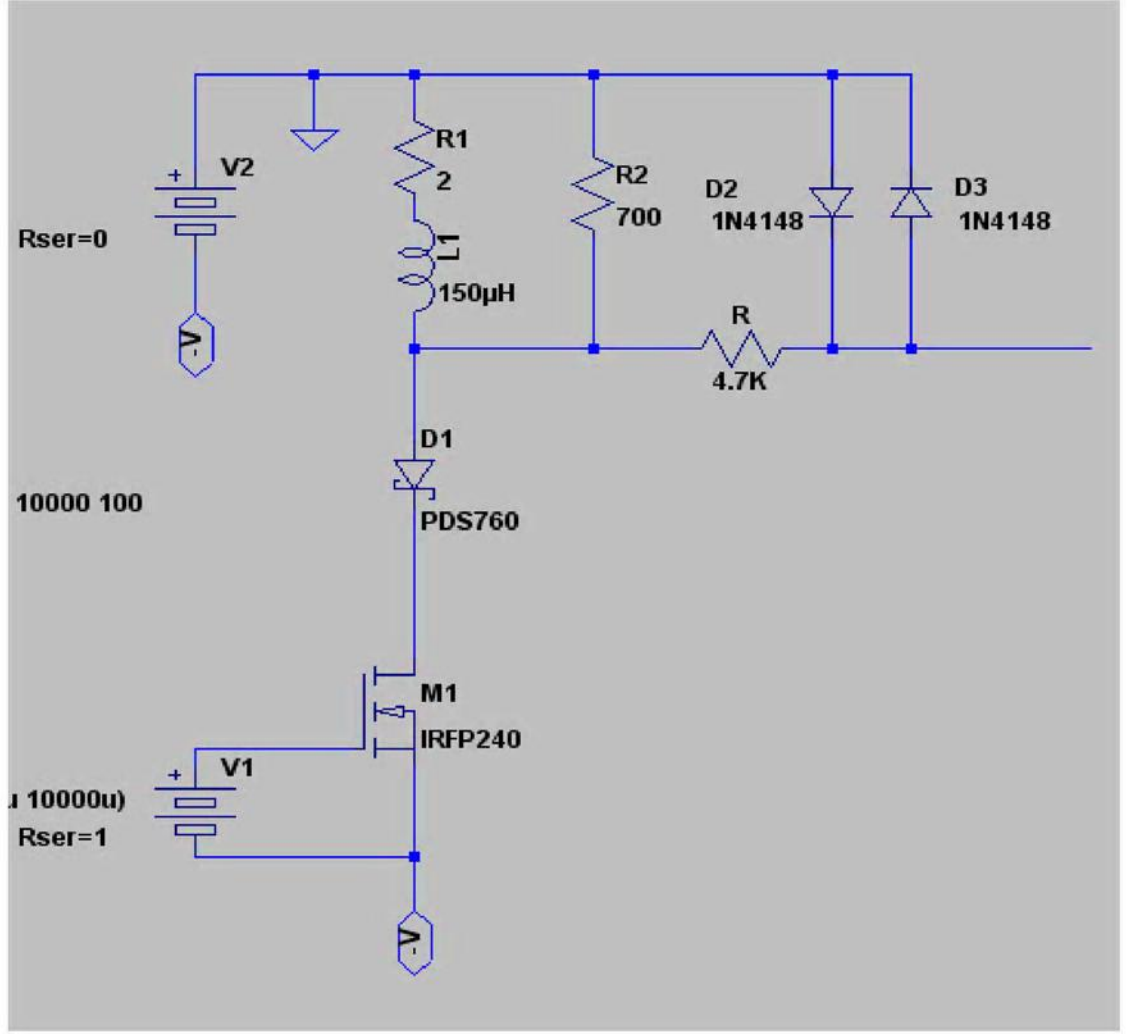
Şayet bölgede bir akım bulunuyorsa bu demek oluyor ki akımın bulunduğu ortamda kesinlikle manyetik alanda bulunuyordur. Bu neden ile verici bobin ile akım verip daha sonra bobine verdiğimiz akımı kestiğimiz de herhangi bir ortamda bulunan metallerde bir akım oluşur bu oluşan eddy akımları bir manyetik alan meydana getirir ve alıcı bobinimiz bu manyetik alanı farkedir. Bu farkedilen alanı bobinimiz elektrik sinyaline dönüştürür. Ama bobinimiz aynı zamanda endüktansı ile ilişkili bir sönümlenme çabası altındadır. Bu sebepten dolayı tespit edilen manyetik alan sönümlenme eğrisine bir şekilde gelir ve bu şekilde de sönümlenme zamanında gecikmeler meydana gelir.

Sönümlenmeye eklenmiş olan sinyal oldukça düşük genliklidir. Bu yükselişleri görmek için sönümlenme işlemi bittiği zaman bir opamp yardımıyla sinyalin genliğini artırmamız lazımdır. Bu işlemi yaparken dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır.

-Bobinde meydana gelen yüksek gerilim , sönümlenmenin bitimini fark edebilmek için kırmak, kısaca bobinin göstermiş olduğu direnci yok saymak için yapılan bir işlem diyebiliriz.

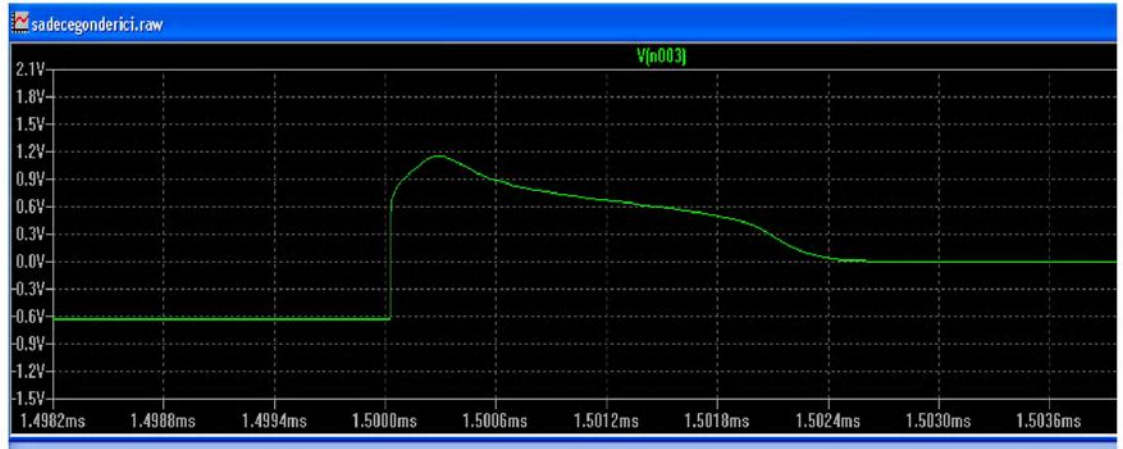
-Opamp çıkışının doyuma ulaşma noktasından sonra kesintiye uğratarak en yüksek seviyede kazanç sağlamak ve pil israfı yapmayan profesyonel ürün tasarlamak.

-Bobinde oluşan yüksek gerilimi kırpmanın nasıl yapıldığı Şekil 3.26 da gösterilen devredir. Meydana gelen anlık yüksek gerilim 4K7 lik direncin üstünde gözlemlenir. Oluşan direnç meydana gelmiş olan ters gerilim 0.7V 'un aşağısına düşünceye denk sönümlendirme direncine paralelmiş gibi işlem yapmaya devam eder. Bu sebepten dolayı eş değer direnç olmasını istediğimiz direncin kendi değerinden uzaklaşması için seçtiğimiz direnci biraz büyük almamız gereklidir[8].



Şekil 3. 26 :Bobindeki yüksek gerilimi kırpmamanın yolu[8]

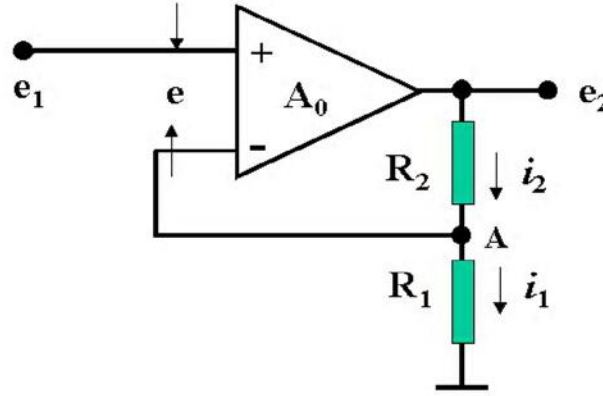
Gerilim 0.7V'un altına indiğinde artık sönümlenme eğrimizin son anlarıdır. (Şekil 3.27)



Şekil 3. 27:sönümlenme eğrimizin son anları[8]

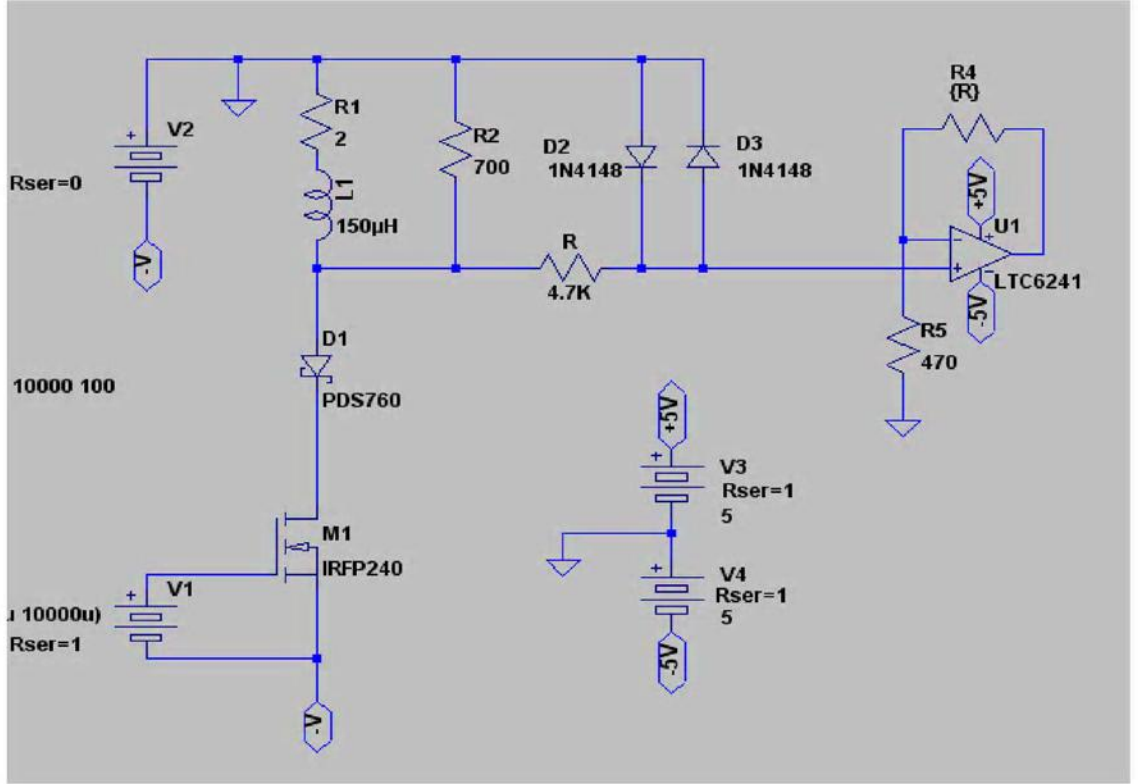
Görüldüğü üzere sönümlenme eğrimizin genliği oldukça düşmüştür. Gerilim 0.7V'un altına düştüğünden exponansiyel eğrimiz görünmeye başlıyor. Buradan gördüğümüz kadarınca sönümlenme yaklaşık 3uS sürüyor. Darbe dedektörlerde metaller en fazla Şekil 3.27 deki sönümlenme zamanlarındaki eğrimize etki etmektedirler. Şimdi preamfi katımızı inceleyeceğiz[8].

Opampın kazancını öyle bir ayarlanmalıdır ki bu anlarda opampımız doyumda olmaması gerekir. Fakat grafikte görüldüğü gibi 5uS de doyumdan çıkabilmek için opampımızın kazancının çok az olması gerekir. Çünkü yükseltilmemiş sinyelimiz zaten 3uS de sönümleniyor. Biz hem opampımızın kazancını yüksek tutacağız hem de Şekil 3.27'de verilen 30uS lik sönümlenme süresinin dışına çıkmayacağız[8].



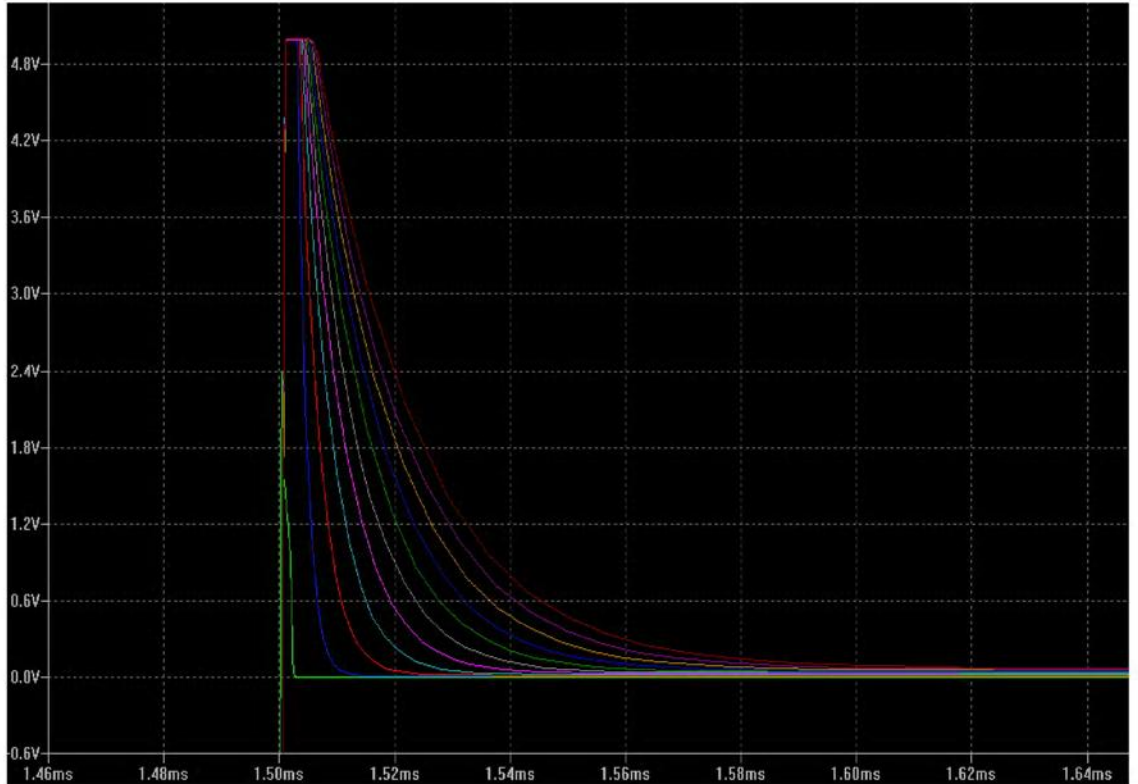
Şekil 3. 28:evirmeyen bir yükselteç [8]

Kazanç formülü hesaplaması: $(R1+R2)/R1$ değerlerini yerine koyarak buluruz. Opampli yükselteç oluştururken evirmeyen bir yükselteç kullandık. Bunun nedeni yükseltecin giriş empedansının geri besleme direncinden etkilenmemesi olarak ifade edebiliriz. Şekil 3.29 de gösterilen alıcı opampımızın verici devremiz ile kombinlenmiş görüntüsü gösterilmektedir[8]



Şekil 3. 29:alıcı opampımızın verici devremizle birleştirilmiş şekli[8]

Şimdi de opampımızın kazancını 1 katından 2000 katına kadar aralıklı artırarak opampımızın çıkışında olcakları inceleyeceğiz.

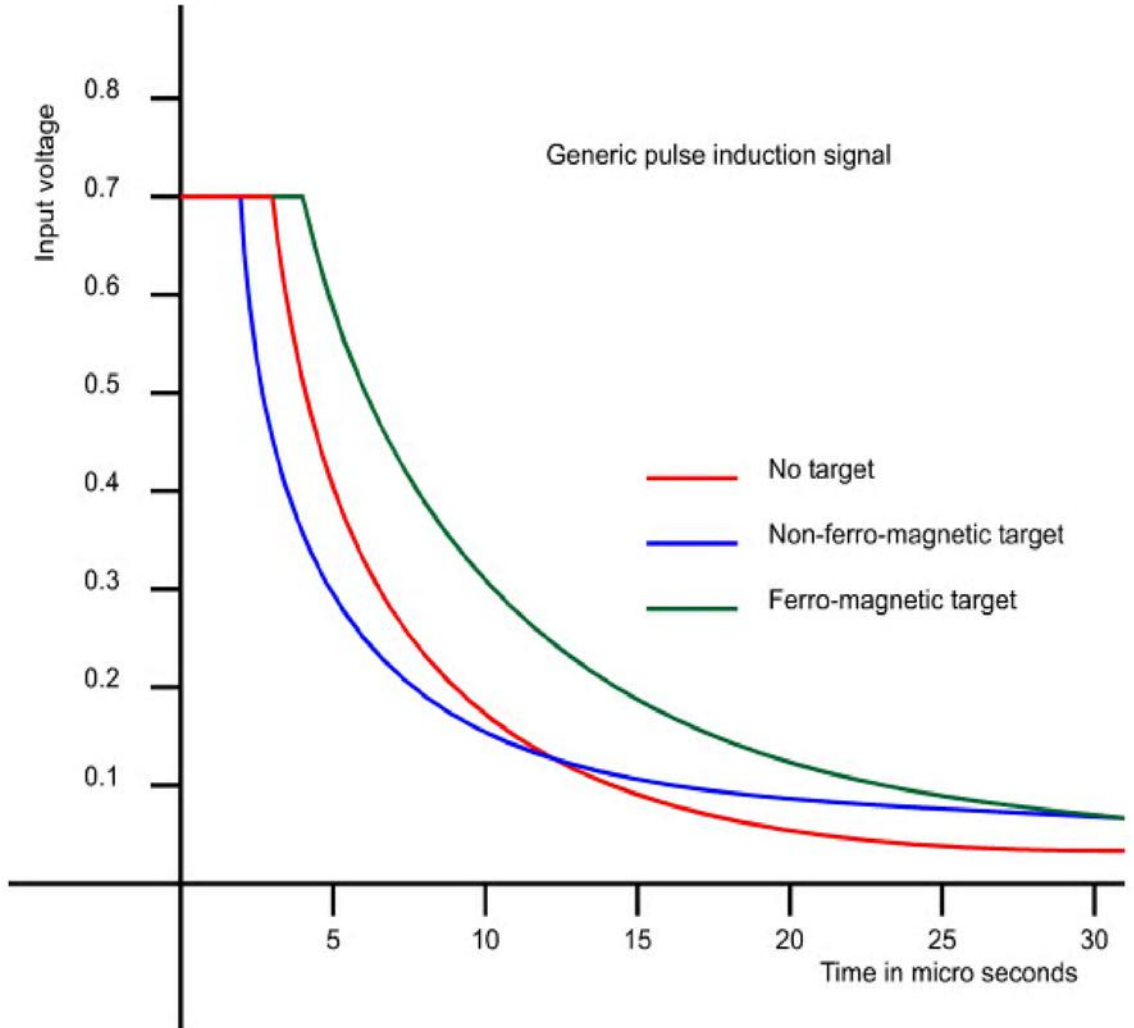


Şekil 3. 30:opampımızın kazancını 1 kattan 2000 kata kadar yükseltilmesi[8]

Şekilde görmüş olduğumuz gibi sönümlenme kazancı yükseldikçe uzamaktadır. Şekilde anlatılan tam olarak sönümlenmenin 2000kat kazanım ile 100uS yi bulmaktadır. Bu işlem real alan da olması gerekenden fazla uzun zaman almaktadır. Sonraki zaman diliminde hemen hemen 1000kat artırılıp kullanmaya devam edecektir[8].

3.3.5 PI dedektörlerde örnekleme:

Opampın çıkış eğrisi Şekil 3.30'deki gibidir. Bizim amacımız Ferro – Non Ferro magnetic metallerin ayrımını yapmak olduğundan sönümlenmenin son 30uS lik sürecinde en az iki örnek almamız gerekmektedir.



Şekil 3. 31:ferro ve non-ferro metallerin sönümlenme eğrisi

Bizim yapmamız gereken bu sönümlenme bölümünden iki örnek alıp, belli bir referans voltajı ile karşılaştırıp metalin varlığını tespit edebilmektir. Peki bu sinyalin neresinden örnek alacağımızı bir elektronik bir devre ile nasıl anlarız? Aldığımız örneğin sinyalin bu kısmına denk gelmesi için bazı bir tetikleme devreleri gerekmektedir[9].

Burada yapılması zorunlu olan ilk şey sönümlenme işleminin başlamasından hemen önce devremizin sönümlenme işleminin yapılacağını bildiren işareti algılayabilmesidir. Bu işaret ile anlatmak istediğimiz bahsedilen işaret de mosfetin yalıtıma gittiğini bildiren işarettir. Bahsettiğimiz bu İşareti de masfetin gate ucundan alırız. Şekil 3.18’de gesterildiği gibi bu zamanı T0 olarak isimlendirmiştik.

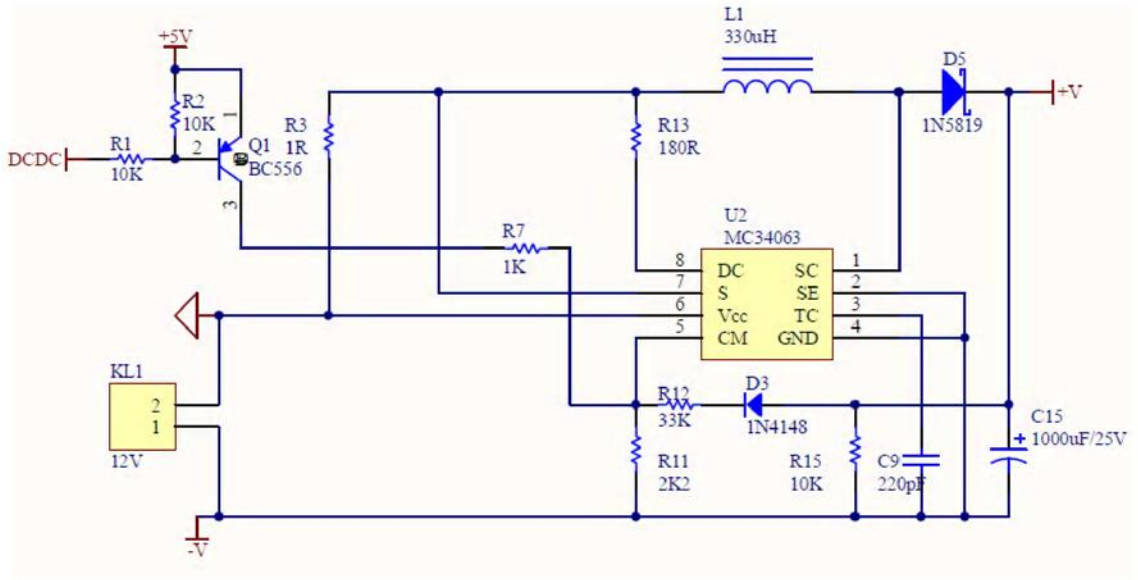
T0 süresine ulaştıktan hemen sonra opampımızın doyumdan ayrılması işlemini beklememiz şarttır. Pratikte opampımızın minimum 10uS ardından doyumdan ayrılır. Yapacağımız örnekleme devresi de mosfetin yalıtımdan ayrıldıktan sonra opampın doyumdan ayrılmasını bekleyecek ve ilk örneğe ulaşacaktır. Eğer amacımız bir ortamda sadece metal olup olmadığını öğrenmek ise normal koşullarda metalin olup olmadığını kavrayabilmek için bir örnek göstermek yeterli. Şayet amacımız hem metal varlığını hemde metalin değerli olup olmadığı hakkında bilgi almak ise metalin türünü algılamak için eğim grafiğindeki iki örnek den yararlanacağız. Zaten bu tezde’de metalin değerli olup olmadığına yorum yapan bir sistem tasarlanmıştır. Bunlara ek olarakda alçak frekanslı şebeke gürültüsünden etkilenmemek için GND örneği de alacağız. Almış olduğumuz bu iki örnek ile GND örneğini kıyaslayıp metalin olup olmadığını ve türünü tespit edeceğiz[9].

3.3.6 PI dedektör tasarımı:

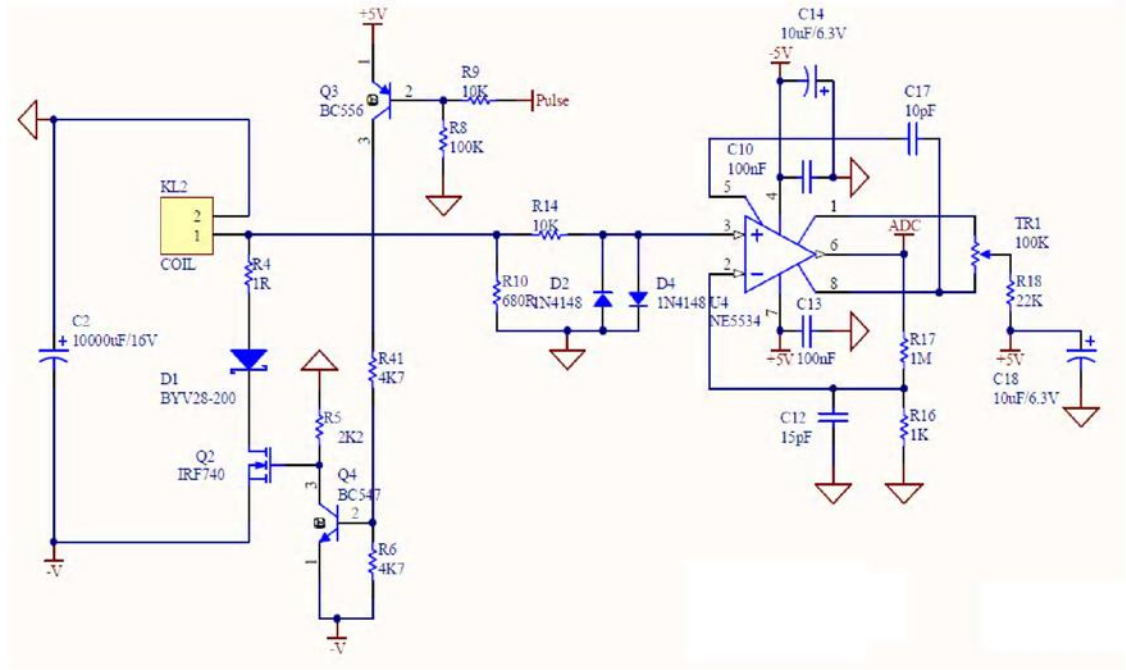
Şimdi bahsedilen bölümleri birleştirerek dedektörümüzü yapmaya başlayabiliriz. Tasarlanacak dedektörün beyni için mikrodenetleyici kullandık.

Devrede denetleyici olarak PIC16F877. LCD olarak da 4x20 karakter kullanılabilir. Ayrıca devrede Güç ayarı, Örnekleme gecikmesi ayarı, Eşik ayarı, Tune ve LCD aydınlatma ayarlar bulunacaktır[10].

İlk etapta ekteki besleme devresinden başlanmıştır.. Devrede KL1 Besleme girişidir. Akünün + ucu GND, - ucu ise -V beslemedir. Bobin GND ve -V ile beslenecektir. MC34063 ile de opamp ve PIC için gerekli olan +V beslemesi elde edilmektedir. +V ve -V daha sonra GND'ye göre regüle edilmektedir. Ayrıca gerekirse PIC'in kendi beslemesini kesebilmesi amacıyla MC34063'ün kapatılması için DC ucu bırakılmıştır[10].



Şekil 3. 32:verici devresi[10]



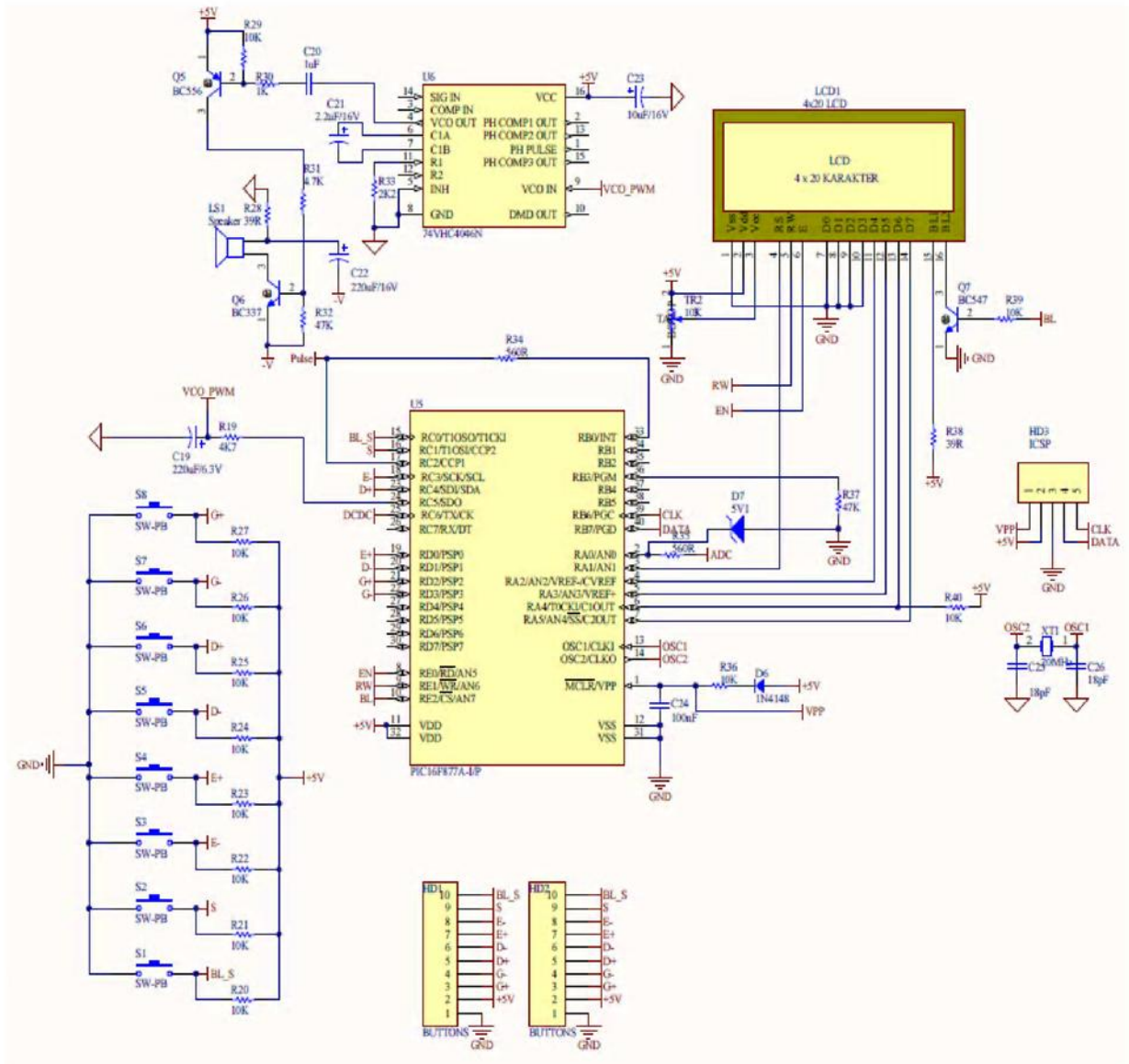
Şekil 3. 33:preamfi devresi[10]

BYV28-200 Mosfetin kapasitif etkilerinden kurtulmak amaçlı kullanılmıştır. Pulse girişimizde 0V varken Q3 iletimde, dolayısıyla Q4 da iletimde ve mosfet yalıtımda kalacaktır. Pulse girişine 1 verdiğimizde de mosfetimiz iletime gidecektir. 10000uF kondansatörümüz anlık yüksek akımları tamponlayabilmesi için kullanılmıştır. Sönümlendirme direnci olarak uygun gördüğümüz 680R direnci konulmuştur. 1N4148 diyotlarımızın amacı opampa fazla gerilim gitmesini engellemektedir. Bu arada opampın kazancı da 1000'dir.Yani alınan sinyal seviyesini 1000kat yükseltmektedir.100K'lık trimpot offset ayarındır[10].

Şekil 3.34’de PIC, butonlar ve LCD’nin bulunduğu kısımdır. Butonlar sırasıyla:

- Güç+,
- Güç-,
- Gecikme+,
- Gecikme-,
- Eşik+,
- Eşik-,
- Tune,
- Aydınlatma

Şeklinde.



Şekil 3. 34:PIC, butonlar ve LCD [11]

LCD 4x20 karakter kullanılmıştır. LCD'nin oradaki trimpot ekrandaki kontrast ayarını istediğimiz şekilde ayarlayabilmemiz için konmuştur.Devrede 20MHz kristal kullanılıyor. ICSP diye belirtilen giriş te programlama soketidir. Eğer istenilirse PIC'i devre üzerinde programlama yapabiliriz.ADC girişine sinyal opampın çıkışından sonra 560R direnç ile girilmiştir.Bunun sebebi opamp çıkışındaki oluşan ters gerilimin PIC'e herhangi bir zarar vermesini engellemektir. Ayrıca devrede VCO olarak kullanılan 4046 entegresi de mevcuttur. Alınan sinyalin şiddetine göre sesin frekansı değişmektedir[11].

Şekil 3.35'de devreye ait PCB çizimi görülmektedir.

Güç:

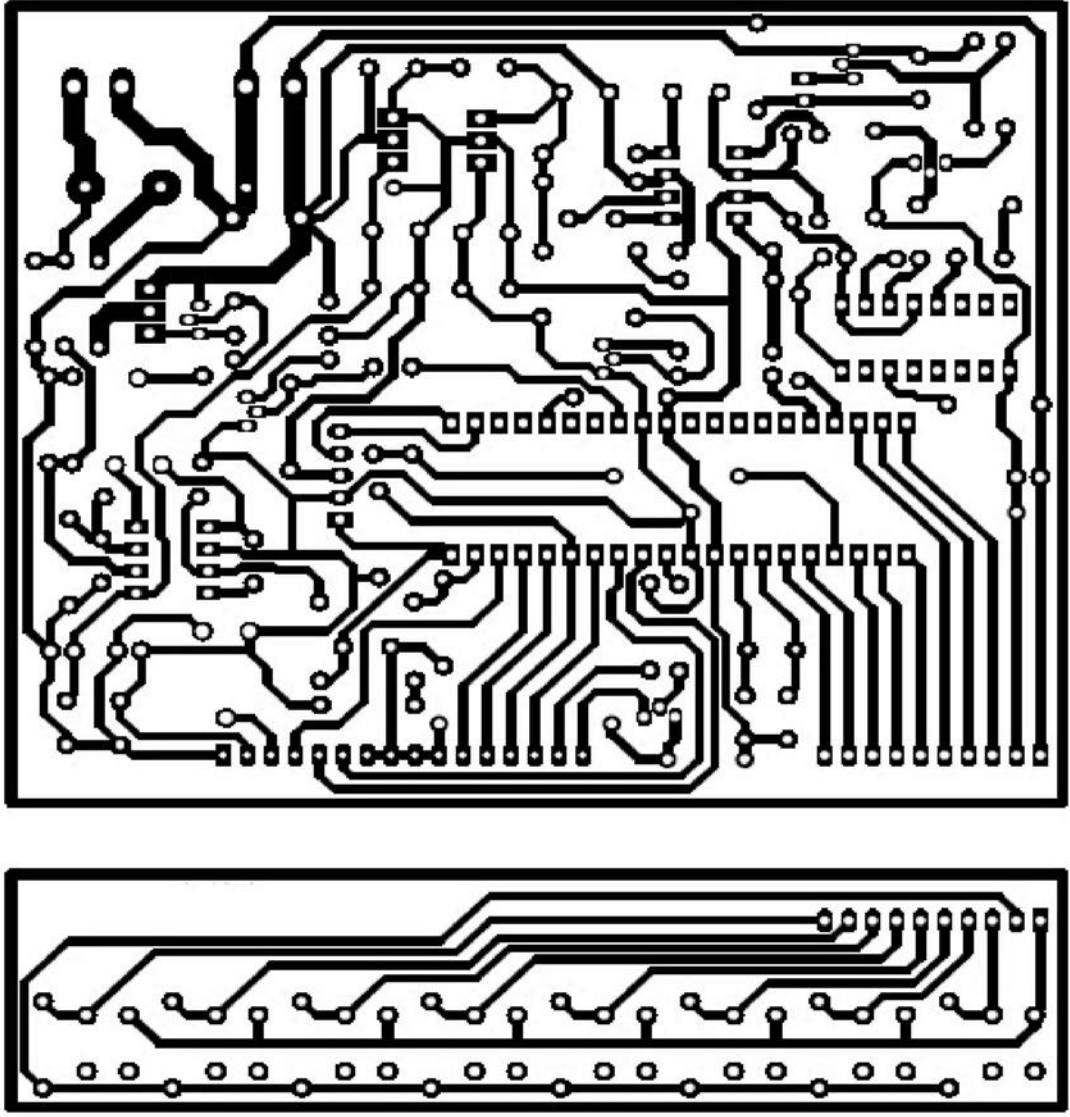
Toprağa gönderilen sinyalin güç miktarını belirler. Bu güç ne kadar fazla ise toprağa gönderilen sinyalin gücü o kadar yüksek olacaktır.Bununla birlikte güç seviyesi arttırıldıkça cihazın pil sarfiyatı da bir o kadar artmaktadır.Tam güçte cihazımız “aralıksız” olarak 3 saat kadar çalışabilmektedir[11].

Gecikme:

Toprağa altına gönderilmiş sinyalin ne kadar bir gecikmeden sonra değerlendirmeye alınması gerektiğini ayarlayabilmemizi sağlar.Bu seviye arttırıldıkça cihazın hızlı tepki veren metallere olan hassasiyeti düşecektir.Unutulmamalıdır ki değerli metallerin tepki süreleri çok hızlıdır.Zira bu değer arttırıldığı için cihazımız gecikmeli olarak çalışacaktır.Peki bu ayar ne işe yaramaktadır? Bu ayar cihazın hassasiyet ayarının bir türevidir. Bu değer arttırıldıkça cihazın hassasiyeti düşecektir.Mineral yoğunluğu çok fazla olan toprak yapılarında bu değer bir miktar arttırılması fayda sağlayacaktır. Fakat çok fazla da arttırılması gerekir zira altın, bakır gibi metaller hızlı tepki vermektedir. Bu değer arttırıldıkça bu metallere olan hassasiyet de bir miktar düşecektir[11].

Hassasiyet:

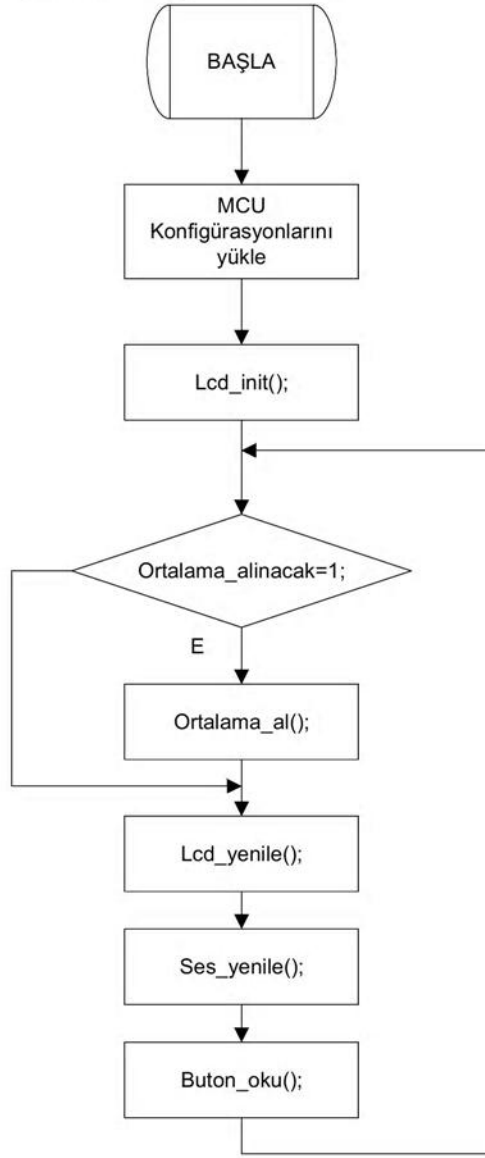
Bu ayar hassasiyet ayarıdır. Bu değer düşürülürse hassasiyet düşecek,arttırılırsa hassasiyet de artacaktır. Hassasiyet ayarı elektriksel gürültünün yoğun olduğu ortamlarda azaltılarak stabilite sağlar yani ortamda elektriksel gürültü mevcutsa cihaz herşeye sinyal verecektir.Bu değer minimum konumda iken 1TL boyutunda bir parayı küçük arama başlığı ile 30cm civarlarından algılanırken hassasiyet ayarı maksimum değerinde 45cm civarlarına kadar bu derinlik çıkabilmektedir[11].



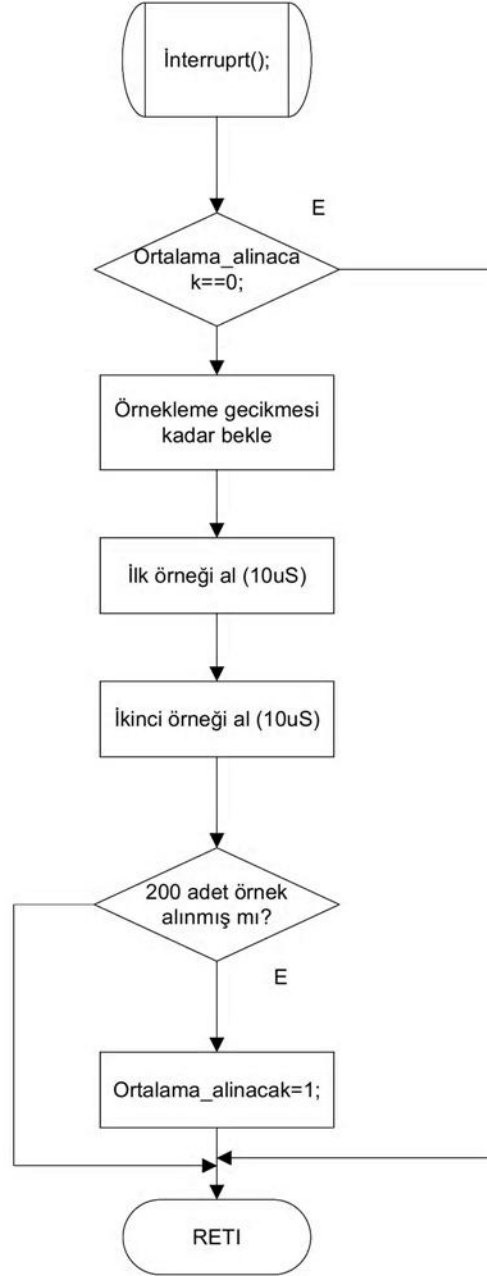
Şekil 3. 35:PCB çizimi [11]

Şekil 3.36’de Şekil 3.35’e ait yerleşim planı görülmektedir.

3.3.7 PI dedektör yazılım algoritması:



Şekil 3. 37:yazılım algoritması[11]



Şekil 3. 38:yazılım algoritması[11]



Şekil 3. 39: devrinin bitmiş hali



Şekil 3. 40:metal paraya gösterilen sinyal



Şekil 3. 41: devrenin bitmiş hali

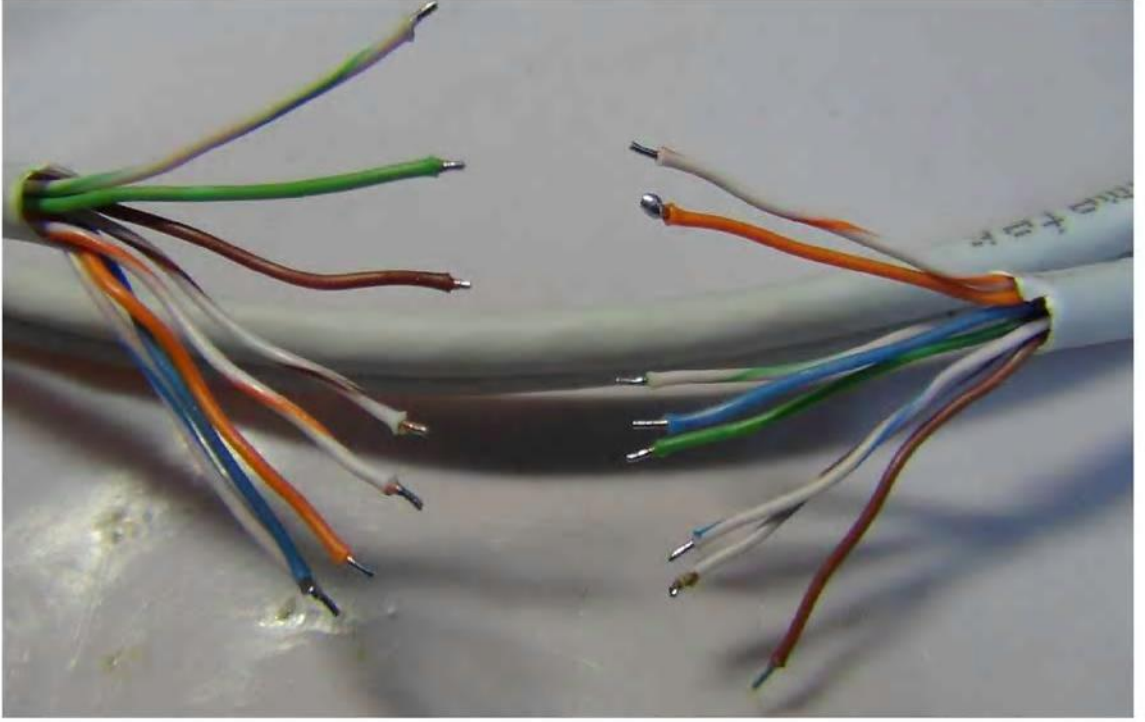
3.3.8 PI dedektör bobin yapımı: [12]



Şekil 3. 42:İlk etapta kablomuzu yaklaşık 30-35cm çapında 3 tur yuvarlak olarak sarıyoruz.



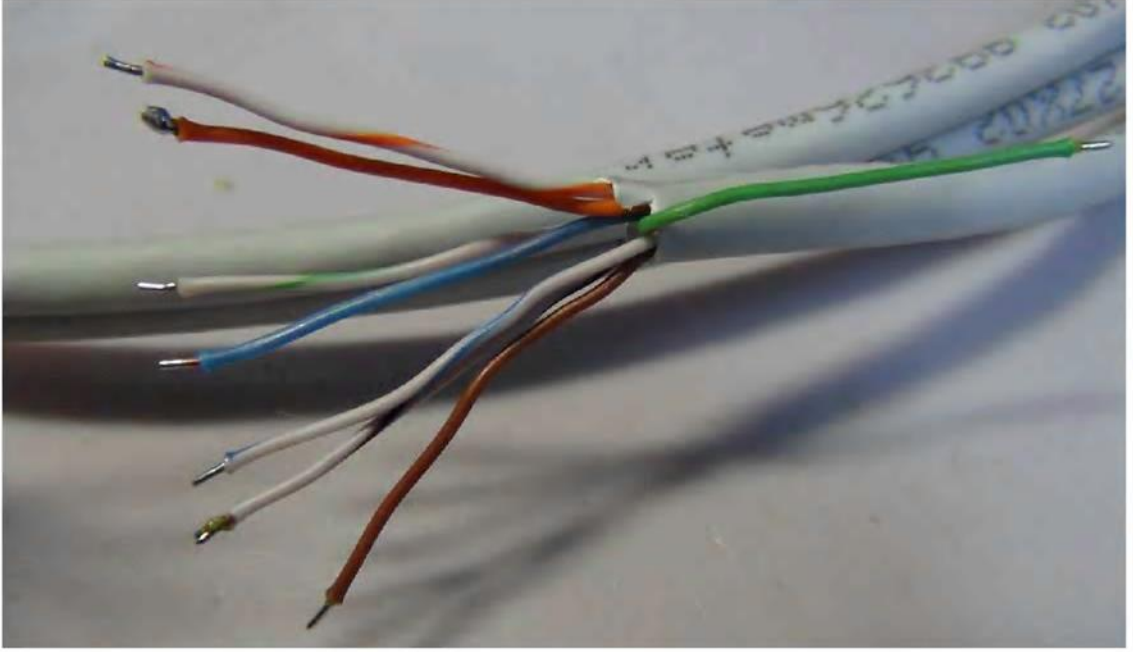
Şekil 3.43: uçlarını açıyoruz.



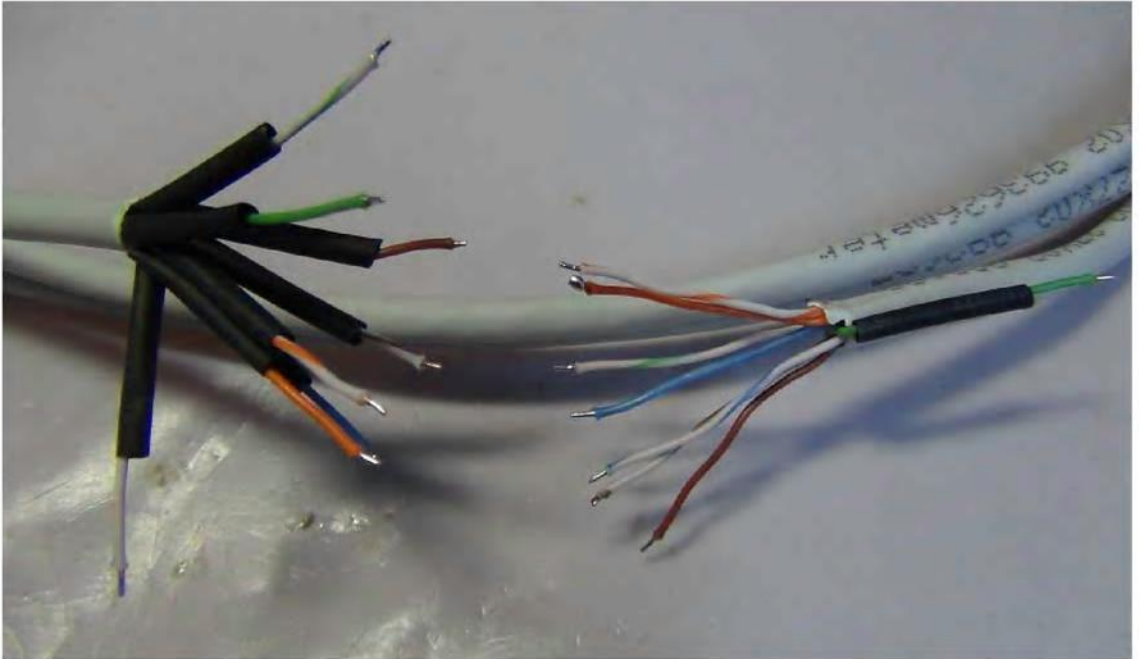
Şekil 3.44:Uçlarını lehimleyerek birleştiriyoruz



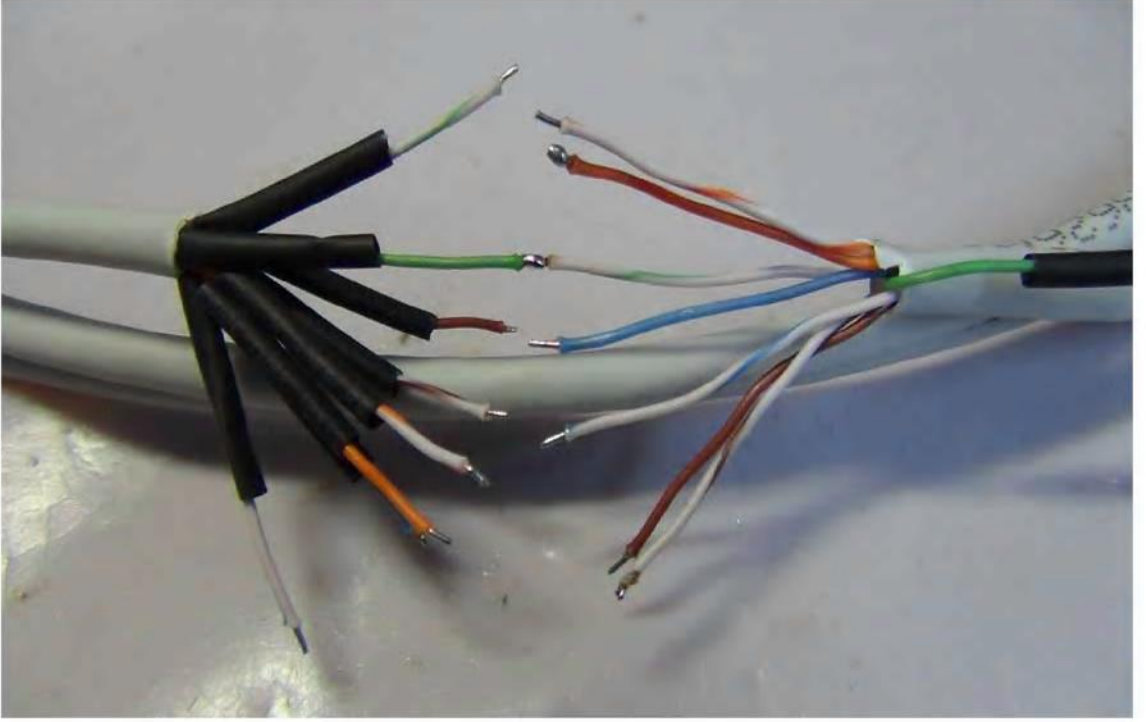
Şekil 3. 45:Yaklaşık 1cm uzunluğunda makaron hazırlıyoruz. Bir rengi karışmaması için tersine kıvrıyoruz.



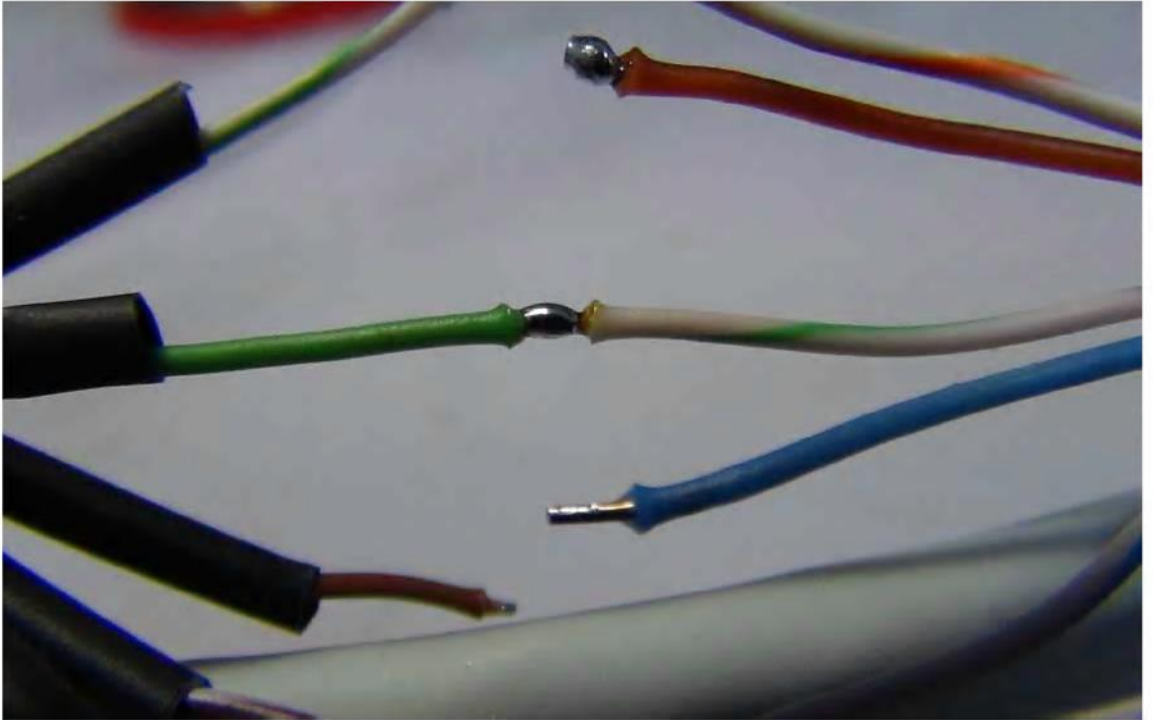
Şekil 3. 46: Makaronları kabloları geçiriyoruz.



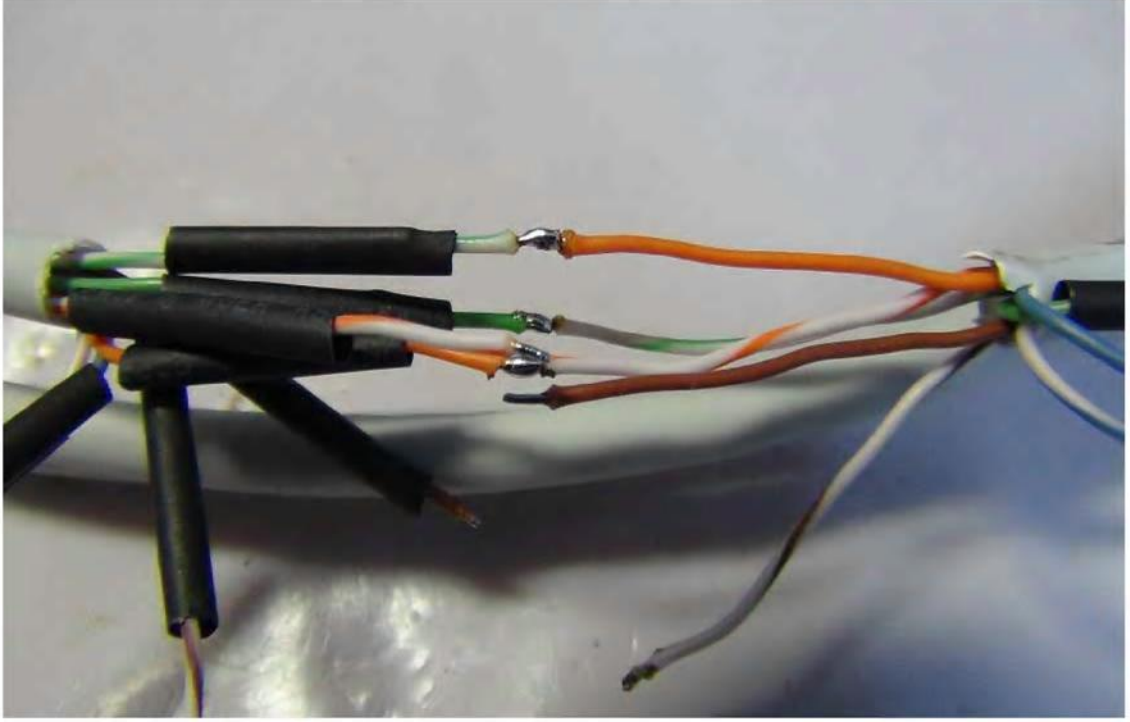
Şekil 3.47: Daha sonra tersine kıvrıdığımız kablonun diğer tarafındaki uçtan bir sargı oluşacak şekilde lehimlemeye başlıyoruz.



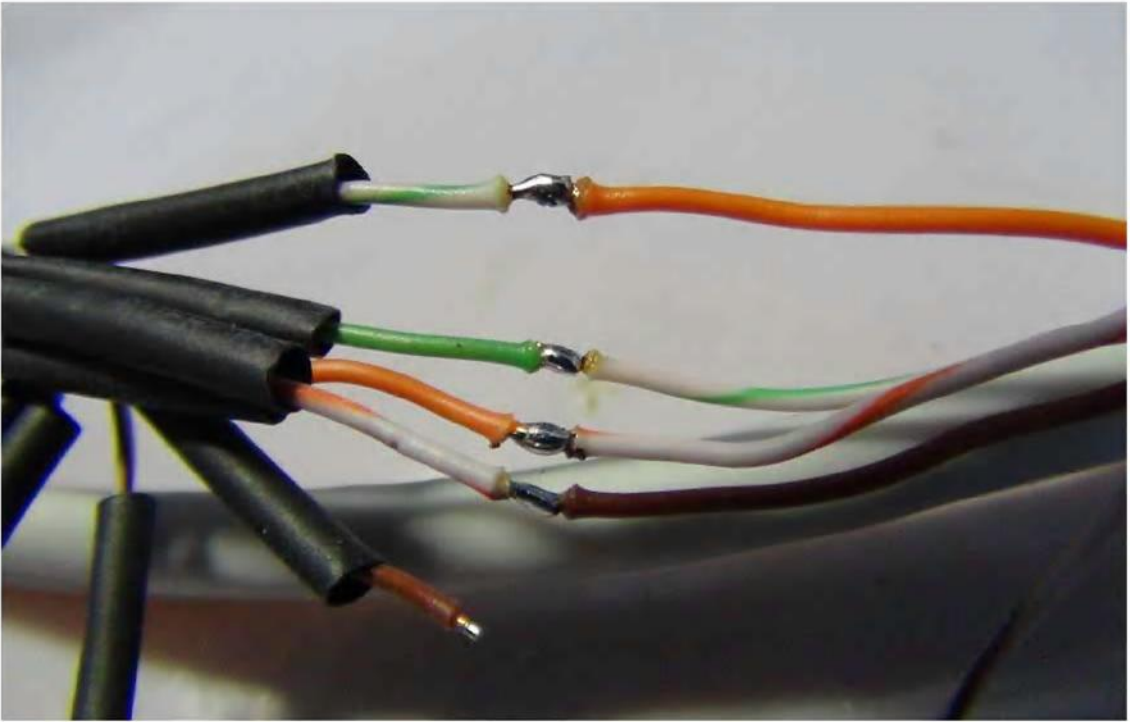
Şekil 3. 48:Lehimi biraz bol verin ki sağlam olsun.



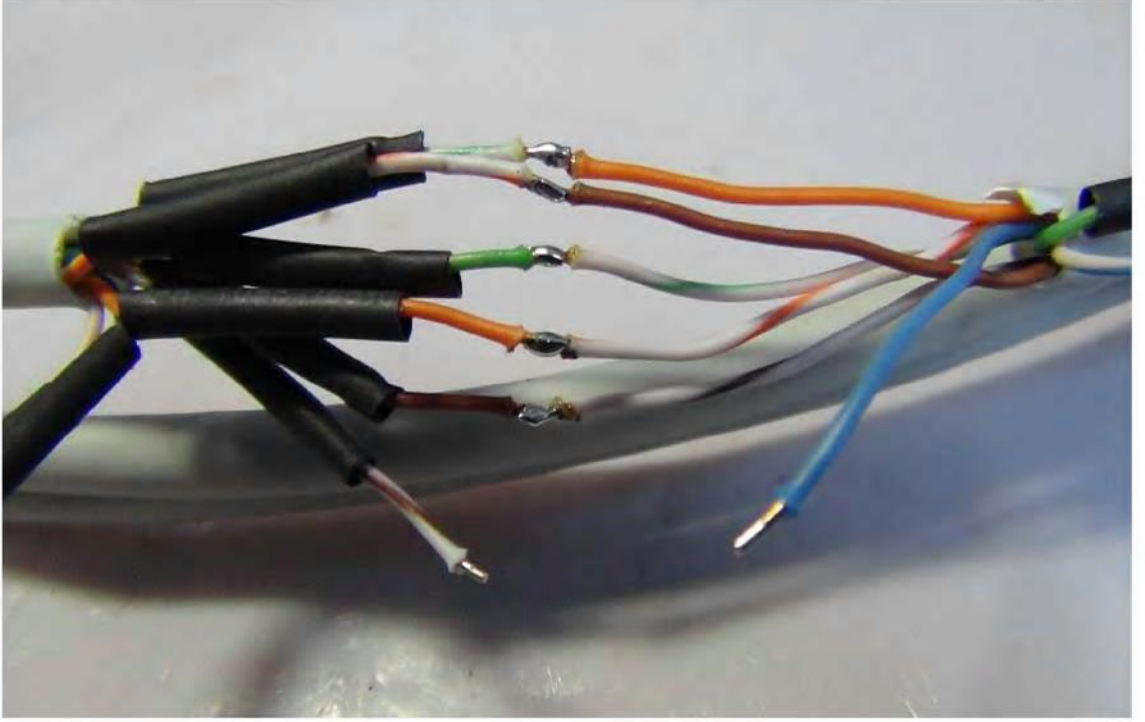
Şekil 3. 49:Lehimlemeye devam...



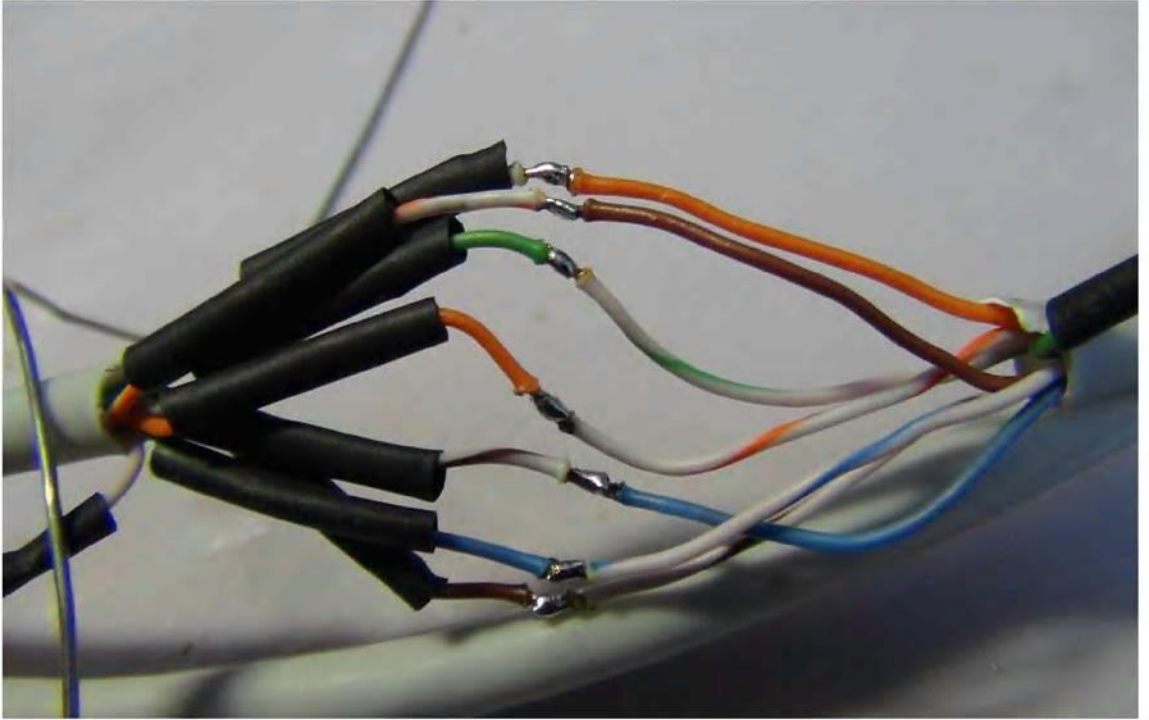
Şekil 3. 50:lehimlemeye devam



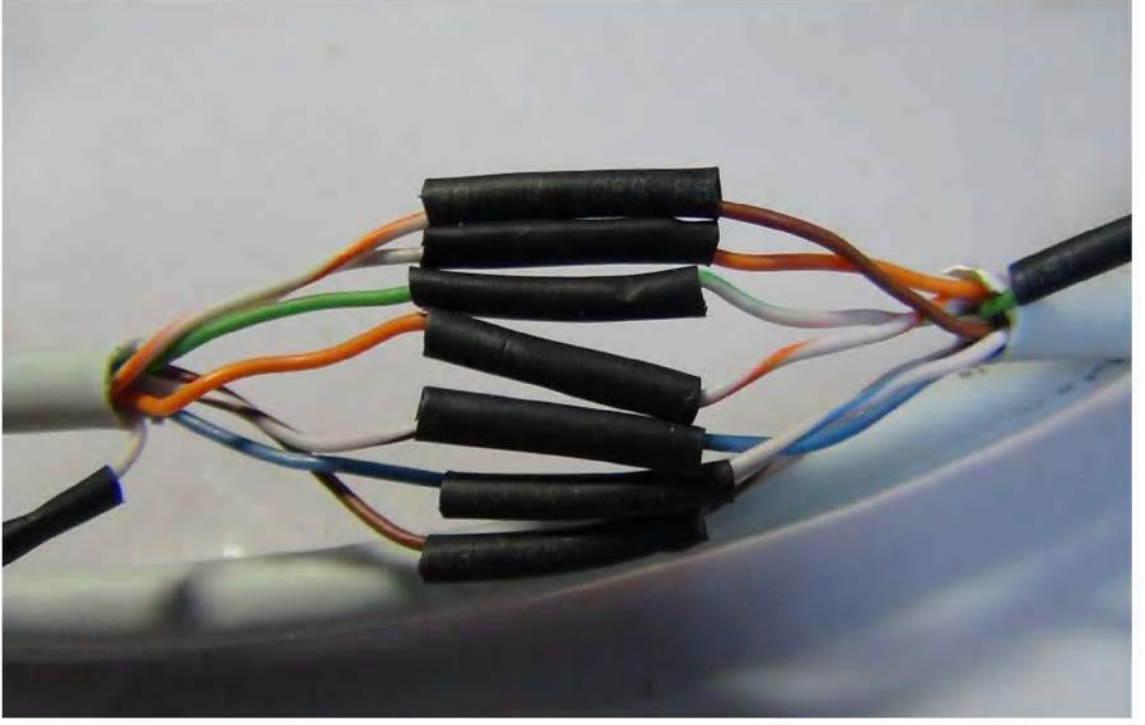
Şekil 3. 51:lehimlemeye devam



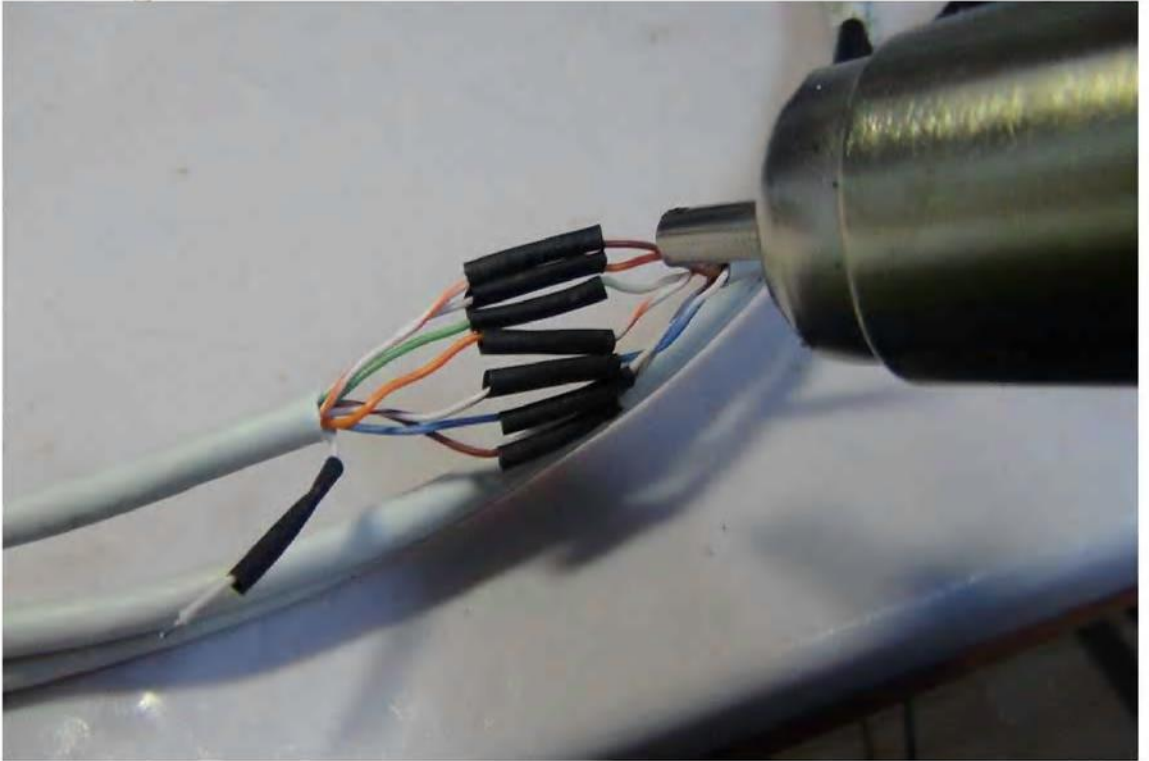
Şekil 3. 52:lehimlemeye devam



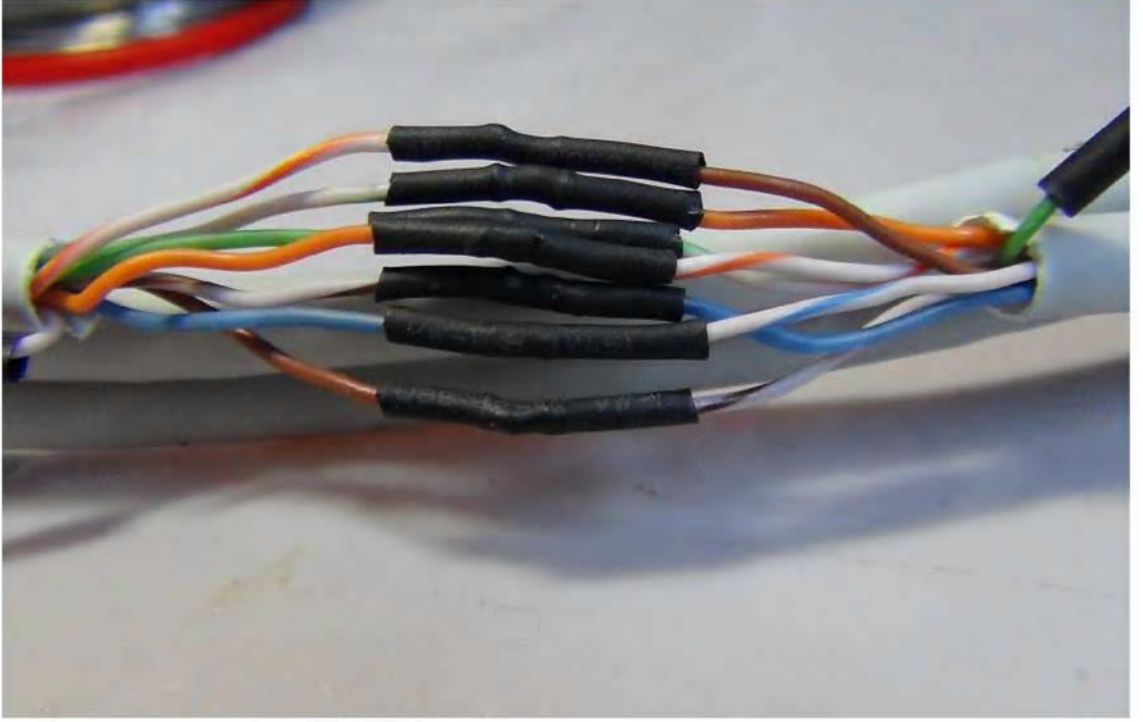
Şekil 3. 53:Sonra makaronlarımızı lehim noktası üzerinde ortalıyoruz.



Şekil 3. 54:Sıcak hava ile makaronlarımızı daralttırıyoruz.



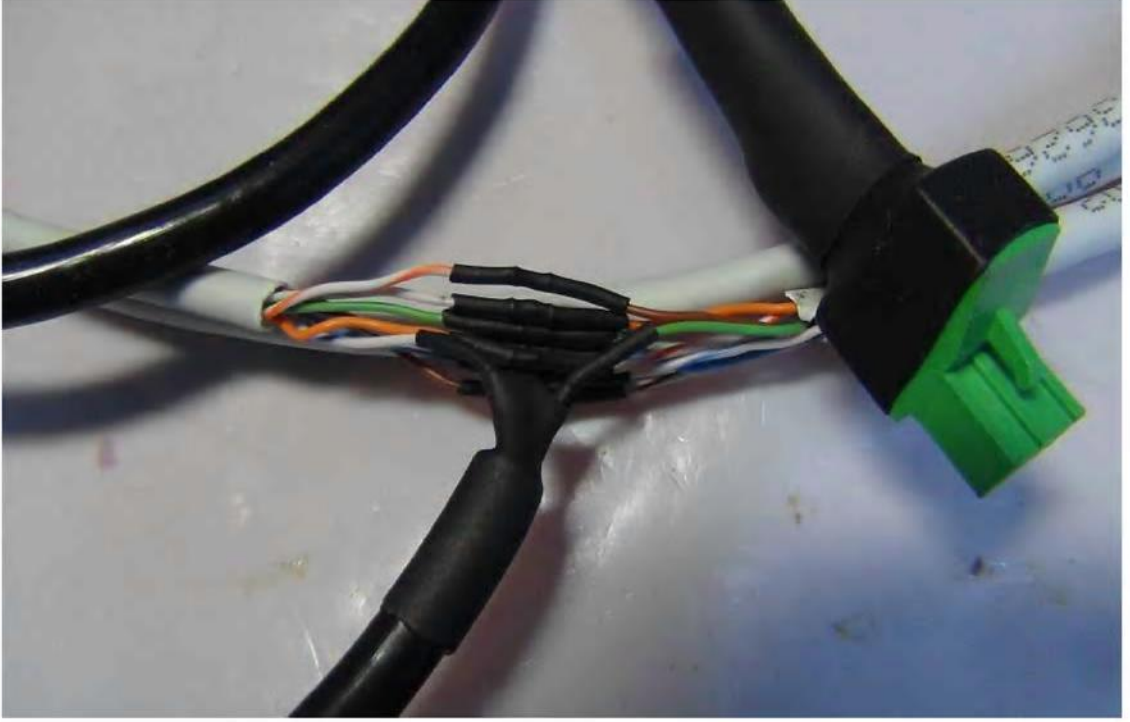
Şekil 3. 55:Sıcak hava ile makaronlarımızı daralttırıyoruz



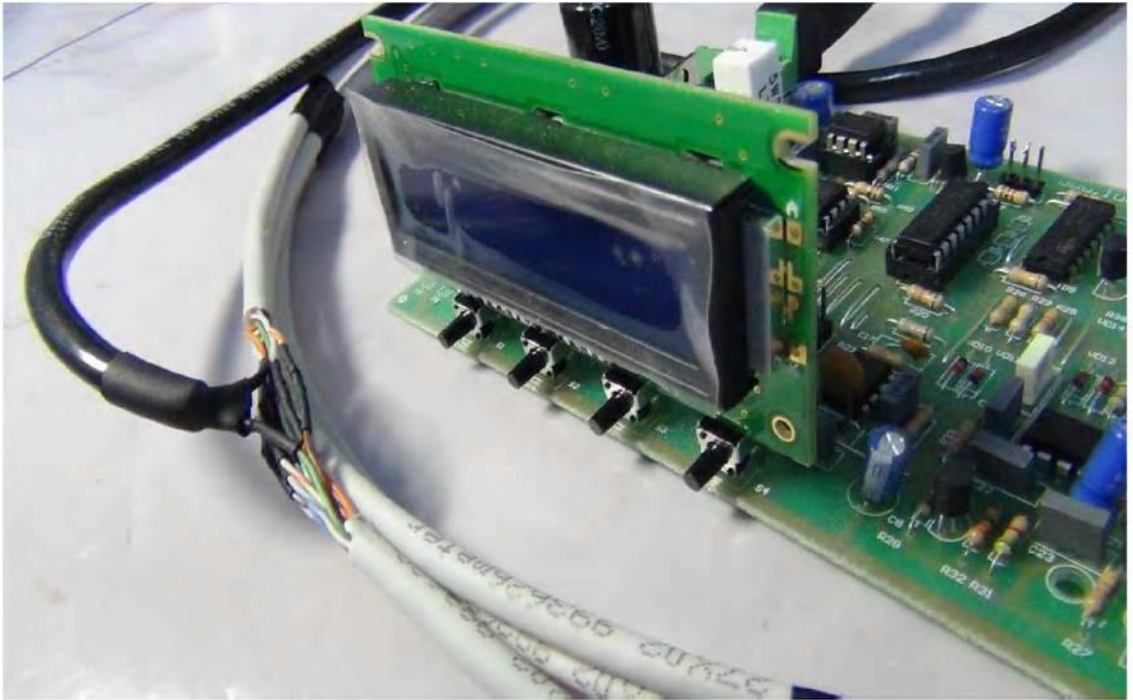
Şekil 3. 56:kablo bağlantıları bitti



Şekil 3. 57:Bobin ohmajımızı ölçüyoruz



Şekil 3. 58: Son olarak da bobinimizi test ediyoruz



Şekil 3. 59: devre ile bağlantımızı yapıyoruz

KAYNAKÇA

- 1-<http://definetutkunlari.blogspot.com.tr/2011/07/nokta-101-dedektor.html>
- 2-http://dedektoryapalim.blogspot.com.tr/p/bfo-dedektor_17.html
- 3-<http://www.petricli.com/elektro/sema/sema0195.htm>
- 4-http://www.igkelectronics.com/pulse_induction_theory.html
- 5-<http://www.teknolojiekibi.com/yeni/index.php?topic=776.0>
- 6-<http://www.ndt.net/article/ecndt98/steel/349/349.htm>
- 7-<http://www.teknolojiekibi.com/yeni/index.php?topic=776.120>
- 8-<http://www.teknolojiekibi.com/yeni/index.php?topic=776.100>
- 9-<http://www.teknolojiekibi.com/yeni/index.php?topic=776.130;wap2>
- 10-<http://www.teknolojiekibi.com/forumdepo/delta%20pulse%203%20montaj%20klavuzu.pdf>
- 10-<http://www.definesohbeti.com/showthread.php/5048-Delta-Pulse-3-Dijital-Pulse-Dedekt%C3%B6r>
<http://www.definesohbeti.com/showthread.php/5048-Delta-Pulse-3-Dijital-Pulse-Dedekt%C3%B6r>
- 11-<http://www.lugatek.com/forum/index.php?topic=150.0>
- 12-<http://www.teknolojiekibi.com/yeni/index.php?topic=4320.0>