

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK FREKANS VE YÜKSEK GERİLİM ÇIKIŞLI DC/DC DÖNÜŞTÜRÜCÜ

**Serkan ELVER
(Teknik Öğretmen)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Yaşar BİRİR**

İSTANBUL 2006

**T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK FREKANS VE YÜKSEK GERİLİM ÇIKIŞLI DC/DC
DÖNÜŞTÜRÜCÜ**

Serkan ELVER
(Teknik Öğretmen)
(141101220030180)

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Yaşar BİRBİR

İSTANBUL 2006

ÖNSÖZ

Tezimin hazırlanmasında bana daima yardımcı olan ve önderlik sağlayan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Yaşar BİRBİR'e çok teşekkür ederim.

Tezin başlangıcındaki ilk araştırmalarımda yardımcı olan Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği öğretim üyesi Prof. Dr. Hacı Bodur ve araştırma görevlisi İsmail Aksoy'a çok teşekkür ederim. Aylarca süren yorucu tez çalışmalarımda bana teknik ve malzeme konularında yardımlarını bir gün bile esirgemeyen TERMAL arge çalışanlarına, SEDA Elektronik'in sahibi Yüksek Müh. Yaşar GÜNGÖR'E, sevgili dostlarım Elektronik Mühendisi Murat GÜNAL, Üstün AÇIKGÖZ ve Ercan NAZLI'ya, bana daima yaptığım işlerde manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim SEVGİ ve canım Annem ve Ablalarım çok teşekkür ederim.

Bu tezimi, beni bu günlere getiren çok sevgili rahmetli babam BEDRİ ELVER'e adıyorum.

Haziran 2006

Serkan ELVER

İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
YENİLİK BEYANI.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
BÖLÜM I. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
BÖLÜM II.GENEL BÖLÜM.....	2
II. GENEL BİLGİLER.....	2
II.1. MİKROORGANİZMALARIN PEF TEKNİĞİ İLE İNAKTİVASYONU	2
II.1.1. Hücrelerin Eşdeğer Devresi	2
II.1.2. Hücre Membranı ve Çekirdeğinde Oluşan Gerilim	3
II.1.3. Dalga Şekilleri	4
II.1.3.1. Geniş Darbeler	5
II.1.3.2. Dar Darbeler.....	7
II.1.4. Kritik İşlem Faktörü.....	7
II.1.4.1. Elektrik Alan Yoğunluğu	7
II.1.4.2. Uygulama Zamanı	7
II.1.4.3. Darbe Dalga Şekli	8
II.1.4.4. Sıcaklık.....	8
II.1.4.5. Çarpım Faktörü	8
II.1.4.6. Kullanılan Dalga Şeklinin Önemi	9

BÖLÜM III. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	10
III.1. DENEY CİHAZINDA KULLANILAN DEVRE ELEMANLARI.....	10
III.1.1. Mikrodenetleyiciler	10
III.1.2. Transformatör	13
III.1.3. Mosfet ve Sürücü Katı	14
III.2. DENEY CİHAZININ ÇALIŞMA PRENSİBİ.....	17
III.2.1. Çalışma Aralıklarına Göre Deneyde Ölçülen Değerler ve Hesaplamalar	19
III.2.1.1 Aralık 1 [$t_0 < t < t_1$].....	23
III.2.1.2 Aralık 2 [$t_1 < t < t_2$].....	23
III.2.1.3 Aralık 3 [$t_2 < t < t_4$]	25
III.2.1.4 Aralık 4 [$t_4 < t < t_5$]	26
III.2.1.5 Aralık 5 [$t_5 < t < t_6 = t_0$].....	26
III.3. FLAYBACK DÖNÜŞTÜRÜCÜ DENEY GRAFİKLERİ	27
III.4. PEF CİHAZININ ÇIKIŞ GERİLİM GRAFİKLERİ.....	30
BÖLÜM IV. SONUÇLAR.....	32
BÖLÜM V. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME	33
KAYNAKLAR.....	34
EK I. MOSFETİ SÜREN PIC KONTROLÜNÜN AKIŞ	
DİYAGRAMI VE PIC PROGRAMI	36
EK II. KATALOG DEĞERLERİ	41
ÖZGEÇMİŞ.....	42

ÖZET

YÜKSEK FREKANS VE YÜKSEK GERİLİM ÇIKIŞLI DC/DC DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Bu tezde, gıda sterilizasyonu, atık arıtma, çevrede kirlilik kontrolü, tıbbi teşhis ve tedavi gibi işlemlerde mikroorganizmaları öldürmede kullanılan darbeli elektrik alanları üretmek için kısmi rezonanslı geri dönüşlü bir güç kaynağının tasarım ve gerçekleştirilebilmesi ele alınmıştır. Özellikle bu yöntem yiyecek sterilizasyonunda sıcaklıkta çok az artış nedeni ile tüketicilere yiyeceklerin besinsel kalitesi yüksek, taze ve güvenli sunumunu sağlamaktadır.

Darbeli elektrik alanları ile yiyecek sterilizasyonu gerçekleştirmek için elektrik alan darbeleri onlarca μsn 'den yüzlerce μsn arasında periyodu 0,1 ms'den 1 ms arasında ve elektrik alan yoğunluğu onlarca ile yüzlerce kV/sn arasında değişmektedir.

Bu çalışmada istenmeyen gaz deşarjını önlemek ve tüketim gücünü azaltmak için geniş darbelerin üzerine dar darbeler bindirilmiştir. Geri dönüşlü bir konvertör, bu tip darbeleri üretmek için tercih edilmiştir. Bu yapıda rezonans devresinde bir çıkış transformatörü kullanılabilir olması yüksek genlikli anahtarlama uygulamaları için tercih edilmesini sağlamıştır. Çıkış gücünü kontrol etmek için çok geniş bir çalışma frekansı gerektiğinden ve yüksek verimli darbe nedeniyle bu rezonans çalışmada PWM kontrol tekniği uygun bulunmuştur. Bu PWM kontrollü kısmi rezonanslı konvertör yapısı hem rezonans dönüşümü ve hem de darbe genişlik modülasyonlu kontrol tekniklerinin avantajlarını bir araya getirmiştir. Yüksek frekanslı çalışma nedeniyle hızlı anahtarlama elemanı mosfet kullanılan güç kaynağı hafif ve küçük yapıdadır. Güç kaynağı, bir mikrokontrolör kullanımıyla darbeli elektrik alanları elde etmek için PWM kontrol tekniği kullanılması sağlanmış ve cihaz bu incelemeleri doğrulamak için yapılmıştır.

Haziran 2006

Serkan ELVER

ABSTRACT

HIGH FREQUENCY AND HIGH VOLTAGE OUTPUT DC/DC CONVERTER

This thesis presents analysis and desing of a quasi-resonat flyback converter for generating pulsed electric fields to process microorganisms, which includes food sterilization, waste treatment, pollution control and medical diagnostics and treatment. Particularly, in the food sterilization, it only causes a little increase in temperature, providing safe, nutritious and fresh quality of food for consumers.

To achieve sterilization pulsed electric field varies from tens of as to hundreds of μ s, the period changes from 0,1 to 1 ms and electric field intensity is tens to hundreds of kV/cm.

In this study sterilizing waveforms are long pulses stacked with narrow pulses to prevent undesired gas discharge and reduce power consumption. A flyback converter topology was proposed to generate the pulses. This topology can employ output transformer parasitic in the resonant tank which makes it attractive for the high voltage switched mode power supply applications. A very broad range of operating frequency is required to control the output power, and therefore the highly efficient pulse with modulation (PWM) control technique in this resonant topology looks very promising. This PWM – controlled quasi resonant converter topology combines the advantages of both resonant power conversion and pulse with modulation control techniques. Owing to operating high frequency using fast switching device MOSFET, the power supply had been obtained light and compact. Adopting the inverter power supply with a microprocessor unit (IC) had been enabled realizing pulse with modulation control technique for generating pulsed electric fields a device was built to verify the analytical results

June 2006

Serkan ELVER

YENİLİK BEYANI

YÜKSEK FREKANS VE YÜKSEK GERİLİM ÇIKIŞLI DC/DC DÖNÜŞTÜRÜCÜ

Yiyeceklerin sterilizasyonu gerçekleştirmek, çevredeki kirliliği kontrol etmek, tıbbi ve tedavide mikroorganizmaların öldürülmesinde kullanmak için çeşitli elektrik akımları, elektrik alanları uygulanabilecek cihazlar yapılarak kullanılmaktadır.

Günümüzde kullanılan klasik mikroorganizma öldürme tekniklerinin yüksek sıcaklıktan dolayı gıdaların besin değerlerinde düşüşe neden olmaktadır. Ayrıca yüksek sıcaklıkla yapılan sterilizasyon işleminde çok fazla enerjide ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle bu iki sorunu en aza indirmek için, son yıllarda elektrik alanları ile mikroorganizmaların öldürülmesi tercih edilmeye başlanmıştır. Elektrik alanları ile mikroorganizmaların öldürülmesinde dar ve geniş darbeli elektrik alanlarının etkili olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle hem dar hem de geniş darbeler üreten iki çeşit kaynak üretilerek birlikte kullanılmaktadır. Bizim bu çalışmamızda mikroorganizmaların öldürülmesinde kullanılabilir olan hem dar hem geniş darbeler üreten tek bir kaynak üretilmesi amaçlanmıştır.

Haziran 2006

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Yaşar BİRBİR

Öğrenci
Serkan ELVER

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Şekil II.1 Hücre ve Eşdeğer Devresi	3
Şekil II.2 Hücre Dış Membranında Oluşan Gerilimin Frekansa Bağlı Değişimi	4
Şekil II.3 Hücre Çekirdeğinde Oluşan Gerilimin Frekansa Bağlı Değişimi	4
Şekil II.4 Önerilen Dalga Şekli Blok Diyagramı.....	5
Şekil II.5 Bir Hücrenin İmha Süreci.....	6
Şekil II.6 Mikroorganizma İnaktivasyonunda Kullanılan Üç Tip Dalga Şekli.....	8
Şekil III.1 PIC'in Blok Diyagramı	12
Şekil III.2 18F252 Kılıf Görünüşü	12
Şekil III.3 Transformator	14
Şekil III.4 IXFH 15N100Q Kılıf ve Sembol Gösterimi.....	14
Şekil III.5 Mosfet Sürücü Katı.....	15
Şekil III.6 Uygulama Devresi Gösterimi	16
Şekil III.7 Kısmi Rezonanslı Ve Geri Dönüştürücü DC Güç Kaynağı.....	17
Şekil III.8 Çalışma Aralıklarının Temel Dalga Şekilleri.....	18
Şekil III.9 Temel Seri Rezonans Devresi.....	20
Şekil III.10 Aralık 1 [$t_0 < t < t_1$]	23
Şekil III.11 Aralık 2 [$t_1 < t < t_2$]	24
Şekil III.12 Aralık 3 [$t_2 < t < t_4$]	25
Şekil III.13 Aralık 4 [$t_4 < t < t_5$]	26
Şekil III.14 Aralık 5 [$t_5 < t < t_6 = t_0$]	26
Şekil III.15 Sürme sinyali (5V/div) ve Mosfet gerilimi (10*5v/div), Peryot(2,5µsn/div).....	27
Şekil III.16 Mosfet Gerilimi (10*5V/div) ve Primer Akımı (200mV/div), Peryot (2,5µsn/div).....	28
Şekil III.17 Sürme Sinyali (5V/div) ve Primer Akımı (200mV/div), Peryot (2,5µsn/div).....	29
Şekil III.18 Çıkış Gerilimi(4700*100mV/div), Peryot(500µsn/div)	30
Şekil III.19 Çıkış Gerilimi(4700*100mV/div), Peryot(50µsn/div)	31

TABLO LİSTESİ

	<u>SAYFA NO</u>
Tablo III.1 Temel Çalışma Aralık ve Süreleri	18

KISALTMALAR LİSTESİ

AC	: Alternatif Akım
DC	: Doğru Akım
ZVT	: Sıfır Gerilimde Geçiş
ZVS	: Sıfır Gerilimde Anahtarlama
ZCT	: Sıfır Akımda Geçiş
ZCS	: Sıfır Akımda Anahtarlama
SS	: Yumuşak Anahtarlama
PIC	: Mikrokontrolör
PWM	: Darbe Genişlik Modülasyonu
PEF	: Darbeli Elektrik Alanı
V_{ds}	: Mosfet Gerilimi (V)
V_{dsmax}	: Maksimum Mosfet Gerilimi (V)
C_{ds}	: Rezonans Kapasitesi(μ F)
V_s	: Kaynak Gerilimi(V)
I_s	: Devre Akımı(A)
I_{smax}	: Maksimum Devre Akımı(A)
R_L	: Yük Direnci(Ω)
C₀	: Plaka Kapasitesi(μ F)
V_{GS}	: Mosfet Kapı Gerilimi(V)
a	: Transformator Dönüştürme Oranı
R_s	: Hücrenin Bulunduğu Eriyik Ortamın Direnci(Ω)
C_s	: Hücrenin Bulunduğu Eriyik Ortamın Kapasitesi(μ F)
R_n	: Hücre Çekirdeğinin Direnci(Ω)
C_n	: Hücre Çekirdeğinin Kapasitesi(μ F)
C_m	: Hücre Membran Kapasitesi (μ F)
R_{c1}	: Hücre Membran Direnci(Ω)

BÖLÜM I

GİRİŞ VE AMAÇ

Son yıllarda darbeli elektrik alanları ile gıda sterilizasyonu, atık arıtma, kirlilik kontrolü, tıbbi teşhis ve tedaviye çok önem verilmektedir. PEF (Darbeli Elektrik Alanı) küçük bir sıcaklık artışına neden olarak mikroorganizmaları sterilize eder. Klasik termal işlem metotları kullanımıyla karşılaştırıldığında PEF metodu tüketicilere güvenli, taze ve kaliteli besinler sağlayarak klasik sıcaklıkla sterilize metotlarının yerine geçebilecektir.

Mikroorganizmaları sterilize etmek için birçok araştırmacı bakterinin tipi ve boyutuna bağlı olarak gerekli alan yoğunluğu, darbe genişliği ve tekrar oranı ile PEF'ler uygulanmaktadır. PEF'ler geniş ve dar darbeler olmak üzere basit olarak iki gruba ayrılabilir. Geniş darbe uygulamalarında hücre zarları tahrip edilerek bakterileri sterilize etmek için elektroparasyon metodu kullanılır. Dar darbe uygulamalarında apoptos metoduyla bakterilerin öldürülmesi gerçekleştirilir. Maliyeti dikkate alarak, dar ve geniş darbelerle sterilizasyon işlemi genellikle boşlukta ark oluşumu, su altında veya meyve suyunda gerçekleştirilebilir. Bu da hücre sıvısında delinmeye neden olabilir.

Küçük boyut ve hafif olarak yüksek gerilim çıkışı elde etmek için rezonanslı birçok yumuşak anahtarlama tipli konvertörler kullanılır. Çünkü transformatörün kaçak endüktansında depolanan enerji geri kazanılır. Bu, enerjiyi kullanabilmek ve yüksek çıkış gerilimi elde etmek amacıyla seri rezonans tipli konvertör elde edilip, anahtarlama devresi vasıtasıyla kısıyarak darbeli gerilim elde edilmiştir.

BÖLÜM II

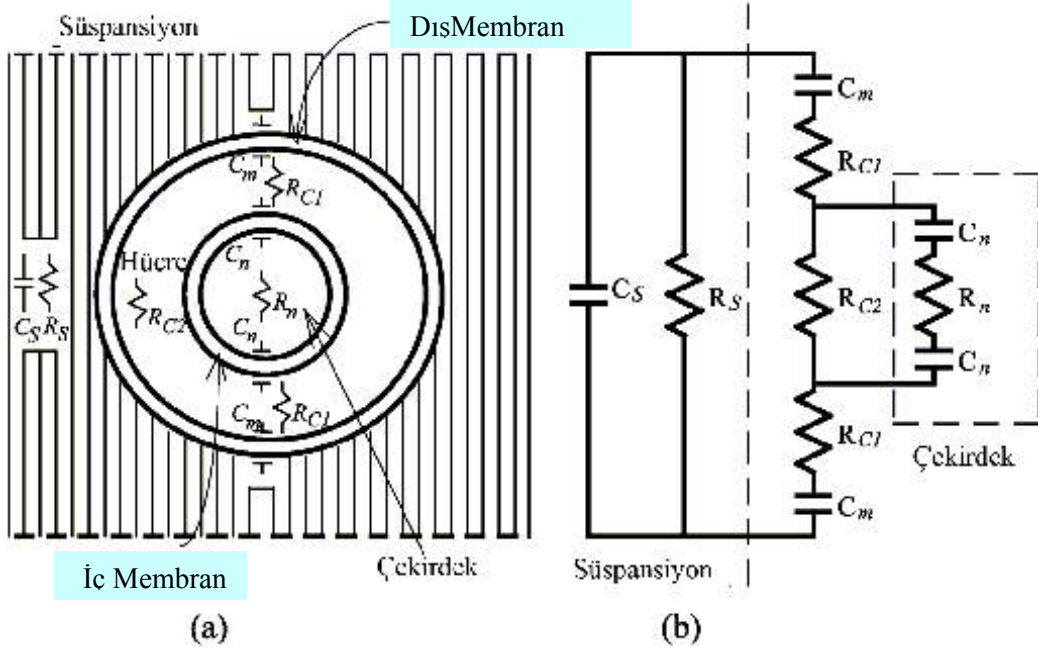
GENEL BİLGİLER

MİKROORGANİZMALARIN PEF TEKNİĞİ İLE İNAKTİVASYONU

PEF tekniği ile mikroorganizmaların inaktivasyonunda; elektroliz veya omik ısıtma vasıtasıyla mikroorganizmaları öldürmek için canlıların yaşadığı çözeltiliye düşük DC veya AC gerilim uygulanması veya mikroorganizmalarda öldürücü etkiye neden olan kısa süreli ark veya elektrik alanı meydana getirmek için yüksek darbeli gerilimler uygulanmaktadır.

Hücrelerin Eşdeğer Devresi

Hücrelerin eşdeğer devresini elde etmek için bir elektrik alan ve hücre ilişkisi Şekil II.1’de görüldüğü gibi sunulmaktadır. Yüksek elektrik alanlarının neden olduğu etkiler hücre zarlarının yüklenmesi esasına dayanır. Hücre modelleme karmaşık, oldukça zor olmasına rağmen aşağıda görüldüğü gibi boş bir hücre eşdeğeriyle bilinen birçok aşırı etkiler açıklanabilir. R_s ve C_s eriyik ortamın direnç ve kapasitesini gösterir. C_M kapasitesi membranın kapasitesi, R_{c1} direnci hücre membranı direnci, R_{c2} bir çekirdeğin katoplazmasının direnci, C_n ve R_n çekirdeğin kapasitesi ve direncidir[1].



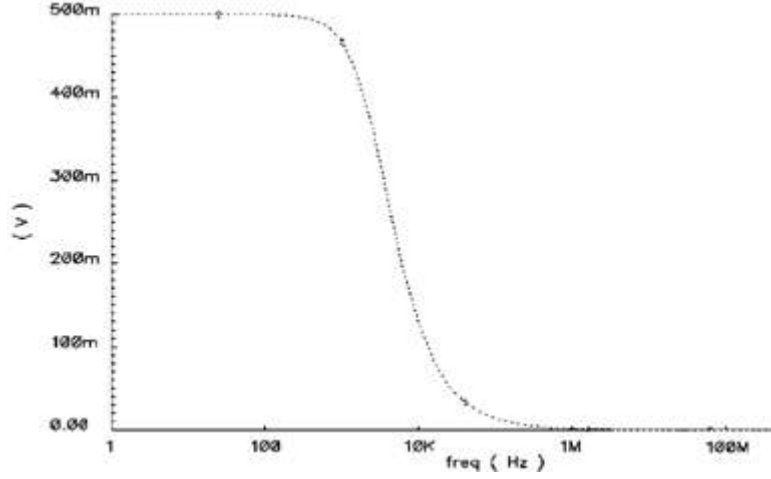
Şekil II.1 Hücre ve Eşdeğer Devresi

Hücre Membranı ve Çekirdeğinde Oluşan Gerilim

Genel olarak hücre dış membran ve çekirdek olarak ikiye ayrıldığından farklı özelliklere sahiptirler. Bu özellikler elektriki olarak düşünüldüğünde, dış membranın kapasitesi çekirdeğin kapasitesinden fazladır.

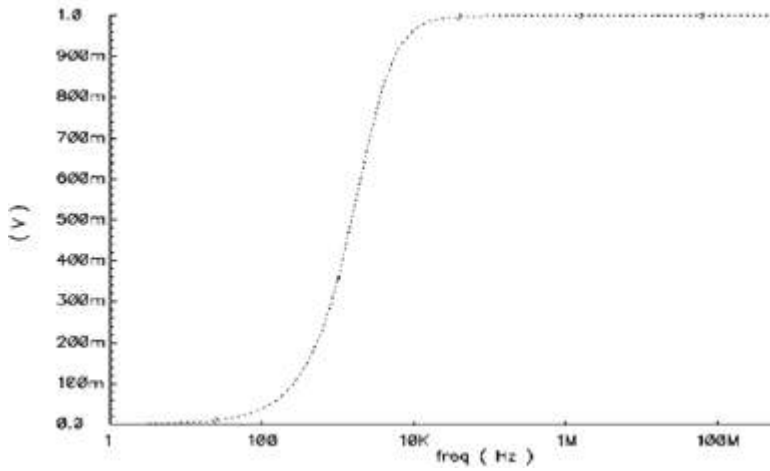
P. Ellappan ve R. Sundararajan, 10 μm boyutlu küp şeklinde, 5 μm çekirdek çapına sahip olan bir hücreye, 1 KV/cm değerinde elektrik alanını, çeşitli frekans değerlerinde, simülasyon aracı MATLAB 5.33 kullanılarak uygulamıştır. Matlab simülasyonundan elde ettikleri frekans-gerilim ilişkileri Şekil II.2 ve II.3'te verilmiştir[2]. Tezimin uygulaması olan deney cihazında frekans ve gerilim değerleri bu sonuçlara göre: dar darbe frekansı 100 KHz, geniş darbe frekansı 1KHz ve gerilim değeri 2,1 KV olarak seçilmiştir.

Yüksek kapasiteye sahip olan dış membran düşük frekanslı elektrik darbelerine karşı çekirdek membranını korur. 10 KHz'in altındaki düşük frekanslı elektrik darbeleri dış membranda 0 ile 500mV arasında potansiyel oluşturarak delinmelere neden olur. Frekansa bağlı olarak dış membranda oluşan potansiyeller Şekil II.2'de gösterilmiştir.



Şekil II.2 Hücre Dış Membranında Oluşan Gerilimin Frekansa Bağlı Değişimi

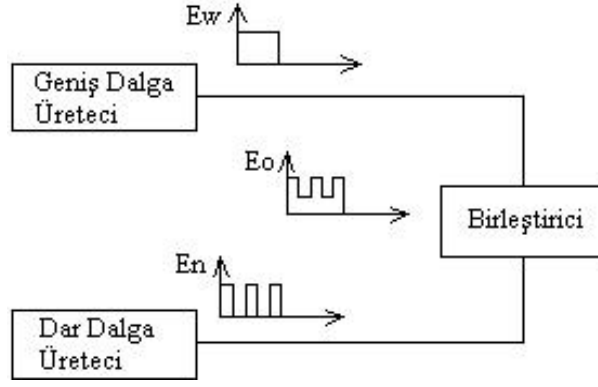
Düşük kapasiteye sahip olan çekirdekte potansiyel oluşumu için darbeli elektrik alanının frekansının yükseltilmesi gerekmektedir. 10KHz'in üzerindeki yüksek frekanslı elektrik darbeleri çekirdek zarında (iç mebran) 0 ile 1V arasında potansiyel oluşturarak delinmelere yani apoptoza neden olur. Frekansa bağlı olarak iç membranda oluşan potansiyeller Şekil II.3'de gösterilmiştir[2].



Şekil II.3 Hücre Çekirdeğinde Oluşan Gerilimin Frekansa Bağlı Değişimi

Dalga Şekilleri

Hücre eşdeğer devresi ve temel elektrik devresi prensiplerine göre geniş darbeli ve düşük frekanslı elektrik alanları esasen büyük kapasiteli olan hücre membranını etkileyeceği bulunabilir. Bununla beraber dar darbeli ve yüksek frekanslı gerilim çekirdek membranında görülecektir.



Şekil II.4 Önerilen Dalga Şekli Blok Diyagramı

Sterilizasyon işlemi mekanizmasını tanımlamak için kaynak gerilimleri geniş darbeler ve dar darbeler olmak üzere ikiye ayrılır. Şekil II.4'te önerilen dalga şeklini elde etmek amaçlandığında iki farklı kaynak kullanmak gerekmektedir. Tezimin uygulaması olan deney cihazı, tek bir kaynakla geniş darbelerin üzerine dar darbeler bindirilerek farklı bir yaklaşım ve çözüm olarak sunulmaktadır.

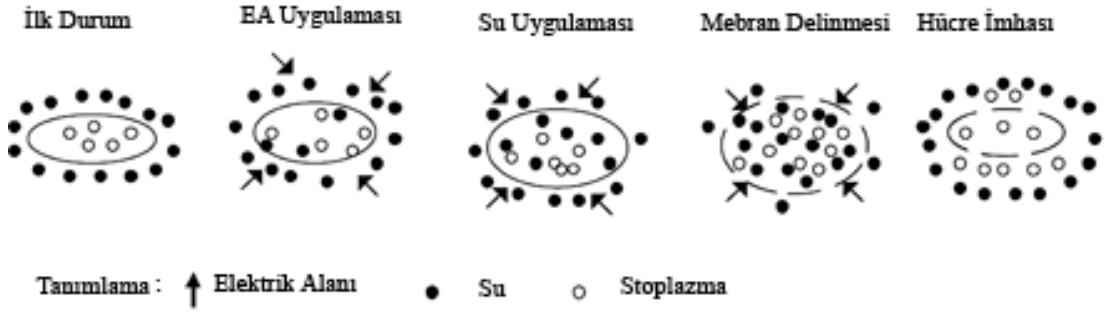
II.1.1.1 Geniş Darbeler

Geniş darbeler $T_w > T_c$ olarak tanımlanır. T_c hücre membranının bozulduğu yani yetersiz kaldığı kritik süre ve T_w DC geniş darbenin süresini belirtir. T_c şu formülle belirlenir.

$$T_c = \left[\left(\frac{1 + 2V_c}{1 - 2V_c} \right) \frac{\rho_1}{2} + \rho_2 \right] \cdot C_m \cdot a_c \quad (\text{II.1})$$

Bu formüldeki V_c , kürelerin hacim yoğunluğu, ρ_1 eriyik ortamın direnci, ρ_2 katoplazmanın direnci, C_m hücre membranının kapasitesi ve a_c hücre çapıdır. Elektrik alanı yeterince yüksek yoğunlukta mikroorganizmalara uygulandığı zaman hücre mebranında 1V'tan daha fazla gerilim oluşturur, bu da değiştirilemeyen delikler oluşturarak hücre membran sisteminin bozulmasıyla mikroorganizmaları öldürür. Bu işlem Şekil II.5'de canlandırılmıştır. Bu şekilde gösterildiği gibi bir hücre imha işlemi 5 aşamaya bölünür. Hücreye PEF uygulanmasından önce hücre membranının dışı su ile çevrilirken katoplazma hücre içindedir. Hücreye PEF uygulandığı zaman hücre mebranı üzerinde geçirgen delikler oluşacak ve su

molekülleri deliklerden hücre içine akacaktır. Eğer PEF'ler membran üzerinde devam ederse su molekülleri hücre içine akacaktır. Tekrar oranı ve darbe genişliği yeterince geniş iken hücre mebranı bozulabilecek katoplazma hücre dışına akacaktır. Sonunda hücre imha edilecektir[3].



Şekil II.5 Bir Hücresinin İmha Süreci

Hücre membranının kritik elektrik alanıyla yüklemek için gerekli gerilim değeri E_c aşağıdaki formülle bulunur.

$$E_c = \frac{V_{cr}}{f_a a_c \left(1 - e^{-\frac{T_w}{T_c}}\right)} \quad (\text{II.2})$$

$$f_a = \frac{I_a}{\left(I_a - \frac{a_c}{3}\right)} \quad (\text{II.3})$$

Buradaki T_w bir kare dalga darbenin süresi ve f_a hücre şekli tarafından belirlenen bir katsayıdır, bu da hücrenin I_a uzunluğu ile ifade edilir. Hücre membranının bozulması için gerekli enerji şu formülle bulunur. K sabiti sterilize edilmek istenen hücreye bağlı olarak biyologlar tarafından belirlenen bir sabittir.

$$W = \frac{E_c^2 T_w}{\rho_1} = \frac{K T_w}{\left(1 - e^{-\frac{T_w}{T_c}}\right)^2} \quad (\text{II.4})$$

Enerji, T_c 'nin 1,25 katı T_w süreli bir darbeye minimumdur.

II.1.1.2 Dar Darbeler

Sterilizasyon uygulamalarında apoptosiz oluşturmak için genellikle dar darbeler kullanılır. Sağlıksız, genetik olarak zarar görmüş veya diğer bir ifade ile hatalı hücrelerin doğal olarak yok edilmeleri için geliştirilen doğal enzim reaksiyonlarının bir serisi apoptosizdir. Dar darbeler için, darbe genişliği T_w , kritik zaman T_c 'dan daha azdır. Bu sterilizasyon durumunda mikroorganizmaların kabarcıklarla kaplı membranının alt kısımları bozulur. Dar darbeleri PEF'ler bir hücrede apoptosiz meydana getirmek ve çekirdek membranını etkileme olasılığını oluşturmak için geliştirilebilir[4].

Kritik İşlem Faktörü

İşleme faktöründe 4 ana parametre mevcuttur.

II.1.1.3 Elektrik Alan Yoğunluğu

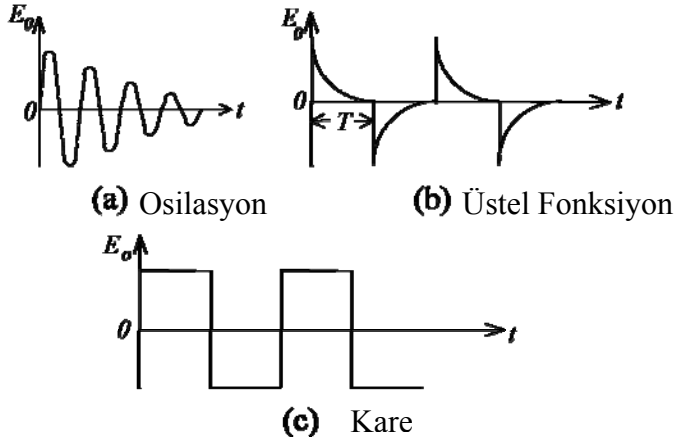
Elektrik alan yoğunluğu mikroorganizmanın inaktivasyonunu güçlü bir şekilde etkileyebilir. Elektrik alan yoğunluğundaki bir artışla mikroorganizma inaktivasyonunun etkisi artar. Bu hücre membranı arasında oluşan potansiyel farkı, uygulanan elektrik alanının yoğunluğuyla orantılı olan elektroporasyon prensibiyle uyumludur. İlave olarak, darbe genişliği aynı zamanda kritik elektrik alanını etkiler. Örneğin 50 mikrosaniyeden daha geniş darbe için $E_c=4,9$ kV/cm 2 mikrosaniyeden daha az darbe genişliği için $E_c=40$ kV/cm'dir.

II.1.1.4 Uygulama Zamanı

Uygulama süresi, darbe sayısının darbe süresi ile çarpımı olarak tanımlanır. Bu değişkenlerin herhangi birinde bir artış, mikroorganizmanın inaktivasyonu etkisini arttıracaktır. Uzun süreli bir pals E_c 'yi azaltacaktır. Bu da yüksek inaktivasyon oranı ile sonuçlanır. Bununla beraber darbe süresindeki bir artış işleme tabi tutulan gıda ısısında artışa neden olabilir. Optimum işleme koşulları bu yüzden en düşük ısı etkisinde en yüksek inaktivasyon oranı elde edebilecek şekilde gerçekleştirilmelidir.

II.1.1.5 Darbe Dalga Şekli

Mikroorganizmaların inaktivasyonu için 3 tipte dalga şekli benimsenmiş ve aşağıda verilmiştir. Bu çalışmada kare dalga darbelerin, sönümlü osilasyonlu dalgalardan daha etkili olduğu vurgulanmıştır. Bunun yanında sıvı yiyeceklerin istenmeyen elektrolizini azaltmak veya kaçınmak için mikroorganizmaların inaktivasyonunda çift yönlü PEF'lerin tek yönlülerden daha etkili olduğu da işaret edilmiştir. Bu yüzden çift yönlü kare dalgalar mikroorganizma inaktivasyonunda en etkili dalga şekli olarak benimsenebilir.



Şekil II.6 Mikroorganizma İnaktivasyonunda Kullanılan Üç Tip Dalga Şekli

II.1.1.6 Sıcaklık

Klasik pastörizasyonda mikroorganizma inaktivasyonunu gerçekleştirmede hücre duvarını tahrip etmek için ısı kullanılır. Bu yüzden uygulanan ortam veya havadaki bir sıcaklık artışı inaktivasyon oranında bir artışa neden olur. Bununla beraber sıcaklık aynı zamanda yiyeceklerin besin değerlerinde bozulmalara ve elektroliz nedeniyle yiyecek ve ortamda iyonik hareketi artırır.

II.1.1.7 Çarpım Faktörü

Çarpım katsayısında, ortamın pH, iyonik kuvvet ve iletkenlik gibi birçok parametresi vardır. Bir ortamın elektriki iletkenliği (siemens/m) PEF uygulamalarında önemli bir parametredir. Yüksek iletkenlikli gıda için gerekli elektrik alan yoğunluğu elde etmek için güçlü bir güç kaynağına gerek duyulur. Bu nedenle PEF uygulaması mümkün olmaz. İletkenlikteki artış aslında iyonik

güçlenmenin artışı ile gerçekleşir; böylece yiyeceğin iyonik güçlenmesindeki bir artış inaktivasyon oranında bir azalmaya neden olur. Benzer olarak nötrden pH seviyelerindeki değişiklikler iletkenlikte artış, tersine inaktivasyon oranında azalmaya neden olur[5].

II.1.1.8 Kullanılan Dalga Şeklinin Önemi

Bu çalışmada mikroorganizmaları inaktive etmek için tek yönlü kare dalga kullanılmıştır. İşleme tabi tutulan mikroorganizmaların tipi ve boyutlarına bağlı olarak alan yoğunluğu 10kV/cm'den 40kV/cm'ye kadar değişen alan yoğunluğu 20kV/cm'yi aştığı zaman boşlukta gaz boşalması oluşabilir ve darbeli güç kaynağında arızaya neden oluşabileceğine dikkat edilmelidir.

Böylece, büyük hacimli ve yüksek güç tüketimli güç kaynağına ihtiyaç duyulur.

Ayrıca 10^{-13} cm³ seviyesinde serbest elektron yoğunluğu üreten PEF'lerin boş bir ortamda sürekli bir hava delinmesine neden oluşacağı bildirilmektedir. Çünkü hava delinmesi gaz moleküllerinin bileşimine bağlıdır. Delinme zamanını belirlemek zordur. Sürekli hava delinmesini önlemek için PEF'lerin süresi elektron hayat süresinden daha aşağıda olacak şekilde sınırlanmalıdır. Bu değerler 10 kV/cm'de 200 ns'den yaklaşık 30kV/cm'den 1,6 mikrosaniyeye kadar olmaktadır. Bu çalışmada Şekil II.4'de görüldüğü gibi sterilizasyon dalga şekilleri üretmek için dar dalga ile geniş dalgalar birlikte düzenlenmiştir; bu da kullanılan ortamda hava delinmesini önlerken elektrik alan yoğunluğunu arttırabilir. Sürekli gaz deşarjından kaçınarak ve darbe kaynağını arızadan koruyarak güç tüketimini azaltabilir[6].

BÖLÜM III

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

DENEY CİHAZINDA KULLANILAN DEVRE ELEMANLARI

Mikrodenetleyiciler

Bir bilgisayar içerisinde bulunması gereken temel bileşenlerden RAM, I/O ünitesinin tek bir chip içerisinde üretilmiş biçimine mikrodenetleyici (Microcontroller) denir. Bilgisayar teknolojisi gerektiren uygulamalarda kullanılmak üzere tasarlanmış olan mikrodenetleyiciler, mikroişlemcilerle göre çok daha basit ve ucuzdur. Günümüz mikroişlemcileri otomobillerde, kameralarda, cep telefonlarında, fax-modem cihazlarında, fotokopi, radyo, bazı oyuncaklar gibi sayılamayacak kadar pek çok alanda kullanılmaktadır.

Günümüz mikrodenetleyicileri birçok chip üreticisi tarafından üretilmektedir. Her firma ürettiği chipe farklı isimler vermektedir. Örneğin Mikrochip firması ürettiklerine PIC adını verirken, Intel'in ürettiği ve 1980'lerin başında piyasaya sürüldüğü 8051, bazen MCS-51 olarak da adlandırılır.

Mikroişlemci ile kontrol edilecek bir sistemi kurmak için en azından şu üniteler bulunmalıdır; CPU, RAM, I/O ve bu ünitelerin arasındaki veri alış-verişini kurmak için DATABUS (DATA YOLU) gerekmektedir. Elbette bu üniteleri yerleştirmek için baskılı devreyi de unutmamak gerekmektedir. Mikrodenetleyici ile kontrol edilecek sistemde ise yukarıda saydığımız ünitelerin yerine geçecek tek bir chip (mikrodenetleyici) ve bir de devre kartı kullanmak yetecektir. Tek chip kullanarak elektronik çözümler üretmenin maliyetinin daha düşük olacağı kesindir.

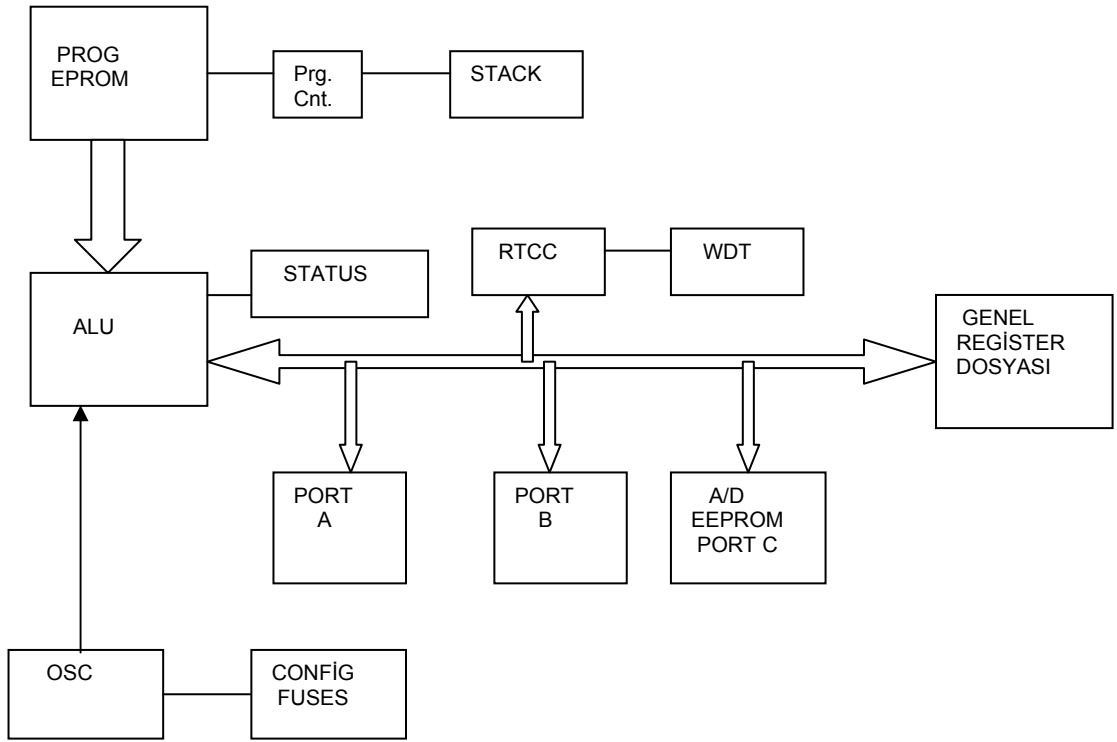
Ayrıca kullanım ve programlama kolaylığı ikinci bir avantajdır. Yukarıda sözü edilen nedenlerden dolayı son zamanlarda bilgisayar kontrolü gerektiren elektronik uygulamalarda mikrodenetleyici kullanma eğilimini arttırmıştır.

Neredeyse her mikroişlemci (CPU) üreticisinin ürettiği birkaç mikrodenetleyici bulunmaktadır. Bu denetleyicilerin mimarileri arasında çok küçük farklar olmasına rağmen aşağı yukarı aynı işlemleri yapabilmektedirler. Her firma ürettiği çipe bir isim ve özelliklerini birbirinden ayırmak içinde parça numarası vermektedir. Örneğin Microchip ürettiklerine PIC adını, parça numarası olarak da 12C508, 16C84, 16F84, 16F877, 18F252 gibi kodlamalar verir. Intel ise ürettiği mikrodenetleyilere MCS-51 ailesi adını vermektedir. Genel olarak bu adla anılan mikrodenetleyici ailesinde bulunan ürünleri birbirinden ayırt etmek için parça olarak da 8031AH, 8051AH, 8751AHP, 8052AH, 80C51FA gibi kodlamalar kullanılmaktadır.

Bir uygulamaya başlamadan önce hangi firmanın ürünü kullanacağına daha sonrada hangi numaralı denetleyicinin kullanılacağına karar vermek gerekir. bunun için mikrodenetleyici gerektiren uygulamada hangi özelliklerin olması gerektiği önceden bilinmesi gereklidir. Aşağıda bu özellikler sıralanmıştır.

- Programlanabilir dijital paralel giriş-çıkış
- Programlanabilir analog giriş-çıkış
- Seri giriş-çıkış (senkron, asenkron ve cihaz denetimi gibi)
- Motor veya servo kontrol için pals sinyali çıkışı
- Harici giriş vasıtasıyla kesme
- Timer vasıtasıyla kesme
- Harici bellek ara birimi
- Harici BUS ara birimi (PC ISA gibi)
- Dahili bellek tipi seçenekleri (ROM, EPROM, PROM ve EEPROM)
- Dahili RAM seçeneği[7]

Şekil III.1’de PIC’in blok şeması verilmiştir.



Şekil III.1 PIC'in Blok Diyagramı

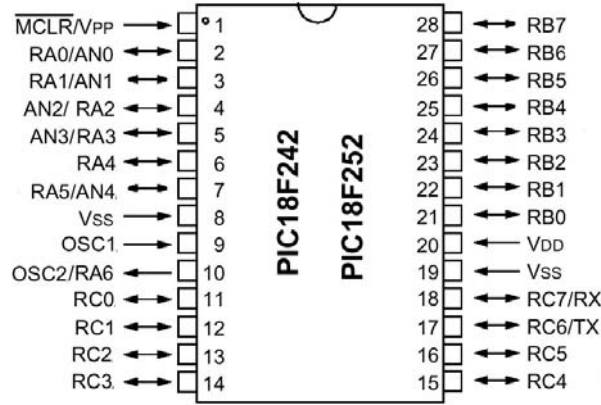
Bu tezin uygulama deney cihazında kullanılan 18F252 isimli 32 kbit flash hafızaya, maksimum 40 MHz çalışma frekansına sahip Microchip firmasının ürettiği mikrokontrolördür. Cihaz için gerekli olan program C dilinde, özgün olarak yazılmıştır. Devrede 18.432 MHz'lik kristal osilatör (OSC) kullanılmıştır.

CPU bölgesinin kalbi ALU' dur (Aritmetik Lojik Unit -Aritmetik Mantık Birimi) ve W (working) yazmacı adında tek bir yazmaç içerir. PIC, diğer mikroişlemcilerden, aritmetik ve mantık işlemleri için bir tek ana yazmaca sahip oluşu ile farklılaşır. W yazmacı 8-bit genişliğindedir ve CPU' daki herhangi bir veriyi transfer etmek üzere kullanılır. Programa bağlı olarak ALU'da yapılan işlemler 8 bitlik bus yolu ile gerekli port veya registre yazılıp alınabilir.

Program sayıcı (Prg. Cnt), PROG EPROM'a yazılmış olan programın bellek adresini barındıran 13 bitlik bir registerdir. Program içerisinde dallanma (yönlendirme) işlemlerin sonunda, programın hangi registerden devam edeceği 8 adet STACK adresine yazılarak bilinir.

WDT'in İngilizce açılımı Watch Dog Timer'dır. WDT PIC'in içerisinde bulunan RTCC osilatöründen aldığı sinyale bağlı sayma işlemi yapar. Bu süre içerisinde sayma işlemi sıfırlanmazsa PIC'in kilitlendiği düşünülerek otomatik olarak

sistem resetlenir. Yani WDT program döngüsünün sürekliliğini sağlar. Şekil III.2’de kullanılan PIC’in şekli görülmektedir[8].

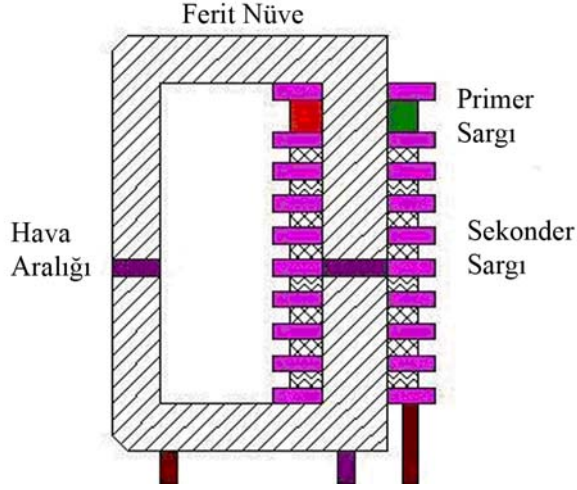


Şekil III.2 18F252 Kılıf Görünüşü

Transformatör

Doğru gerilimin kıyılarak istenen genlikte yüksek gerilim elde etmek amacıyla devrede transformatör kullanılmıştır. Kullanılan bu transformatörün istenen frekans cevabı vermesi için ferit nüveli seçilmiştir. Ferit nüve iki parçadan oluşmaktadır. Bu iki parça arasına nüvenin kısa sürede doyuma gitmesini önlemek, manyetik direnci arttırmak ve istenilen endüktans değerini ayarlamak için her iki tarafa 1mm hava aralığı bırakılmıştır[9].

Transformatörde primer ve sekonder olmak üzere iki sargı bulunur. Primer sargı 35 tur, sekonder sargı 1000 tur sarılmıştır. Primer sargı 0,6 mm, sekonder sargı tel çapı 50 µm çapındadır. Kullanılan dielektrik malzeme epoksildir. Sekonder sargı tarafında oluşabilecek yüksek gerilim atlamalarını kontrol etmek için dilimli karkas kullanılmıştır. Dilimli karkasa sarım yapıldıktan sonra plastik bir gövde içerisine yerleştirilir. Sargılar arasında oluşabilecek gerilim atlamalarını önlemek ve dayanıklılığı arttırmak için dielektrik malzeme olarak epoksil dökülmüştür. Bu dökme işleminde, malzemenin verimini arttırmak ve sargıların arasında hava boşluklarının kalmasını önlemek için havasız ortamda gerçekleştirilmiştir. Bu ortamı ve imkanı sağlamak için Seda Elektronik sahibi Yüksek Müh. Yaşar GÜNGÖR'den yardım istenmiş ve Termal Şirketi Arge laboratuvarlarında çalışılmıştır. Transformatörün şekli aşağıda verilmiştir.



Şekil III.3 Transformatör

Mosfet ve Sürücü Katı

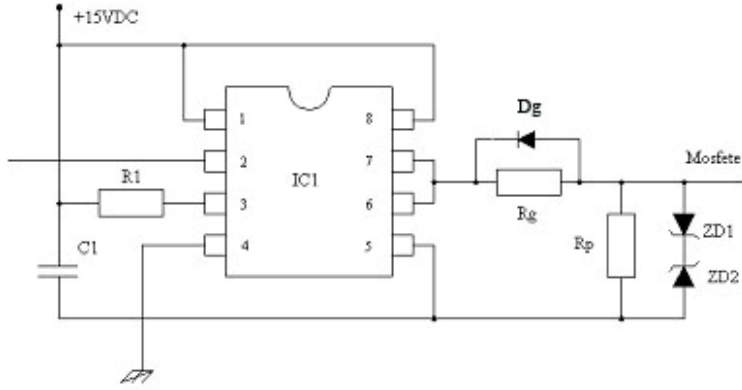
FET ve transistör teknolojisindeki hızlı gelişim sonucunda oluşan MOSFET elemanı devre prensibine en uygun olduğu tespit edilmiş ve uygulamada kullanılmıştır. Bu karardaki en önemli iki etken: kapı akımının küçük, cevabının hızlı olmasıdır. Bu amaçla IXYS firmasının ürünü olan IXFH 15N100Q isimli mosfet kullanılmıştır.



Şekil III.4 IXFH 15N100Q Kılıf ve Sembol Gösterimi

Kullanılan mosfetin kesim gate-source gerilimi (V_{GS}) sıfır volt (0V), iletim gate-source gerilimi (V_{GS}) onbeş volt (15V). Bu değerlere sahip olan bir elemanı PIC ile kontrol etmek istendiğinde mutlaka bir ara sürücü katına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü PIC'in çalışma gerilimi veya herhangi portundan alınabilecek maksimum çıkış gerilimi beş (5V) voltur. Bu amaçla mosfet sürücü entegresi olan IXDD414 kullanılmıştır.

IXDD414 entegresi besleme gerilimi 15 voltur. Entegrenin iki (2) nolu bacağına girilen 5 voltluk sinyale bağlı olarak 7-8 nolu bacaklardan aynı şekilde fakat genliği 15 volta yükseltilmiş olarak alınır. Şekil III.9'da entegre temel kullanım devre şeması verilmiştir. Gerekli mosfet katalog değerleri Ek II'de verilmiştir [10].



Şekil III.5 Mosfet Sürücü Katı

Mosfet sürücü katı eleman değerleri:

R1	: 10K	D2	:BY 8414
Rg	: 3,3Ω	PIC	:18F252
Rp	: 2,2K		
C1	: 22µf Tantal		
Dg	: 1N5817		
ZD1	: 18V		
ZD2	: 18V		
IC1	:IXDD414		

Tezimin uygulama devresi Şekil III.6'da verilmiştir. Şebeke gerilimi olan 220 volt iki transformatörler yardımı ile iki farklı değere düşürülmüştür. Birinci transformatör 40 watt gücünde 66 voltluk gerilime sahiptir ve güç devresini beslemektedir. Burada regüle amacıyla 1000 µF'lık kondansatör kullanılmıştır.

İkinci transformatör 5 watt gücünde ve 15 voltluk gerilime sahip olup kontrol ve sürücü katını beslemektedir. Regüle amacıyla 2200 µF'lık kondansatör kullanılmıştır. PIC için gerekli olan 5 volt, 7805 regüle entegresi ile sağlanmıştır.

Güç ve kontrol devrelerinin uyumlu çalışması için şaseleri ortak olarak bağlanmıştır.

PIC'e yazılan programa bağlı olarak B portundan elde edilen 0-5 voltluk kare dalga sinyaller IXDD414 entegresine verilir. Bu entegre aynen alınarak çıkışa genliği 15 volta yükseltilmiş olarak 15N100Q isimli mosfete aktarılarak yüksek gerilim transformatörünün primerini kontrol eder.

Dönüştürücü eleman değerleri;

$L_p = 300\mu\text{H}$

D1: Mosfet source-drain diyotu

$I_{SM} = 60\text{A}$, $V_{SD} = 1.5\text{V}$, $-di/dt = 100\text{A}/\mu\text{s}$, $V_R = 100\text{V}$.

Paralel Plakaların Kapasitesi:

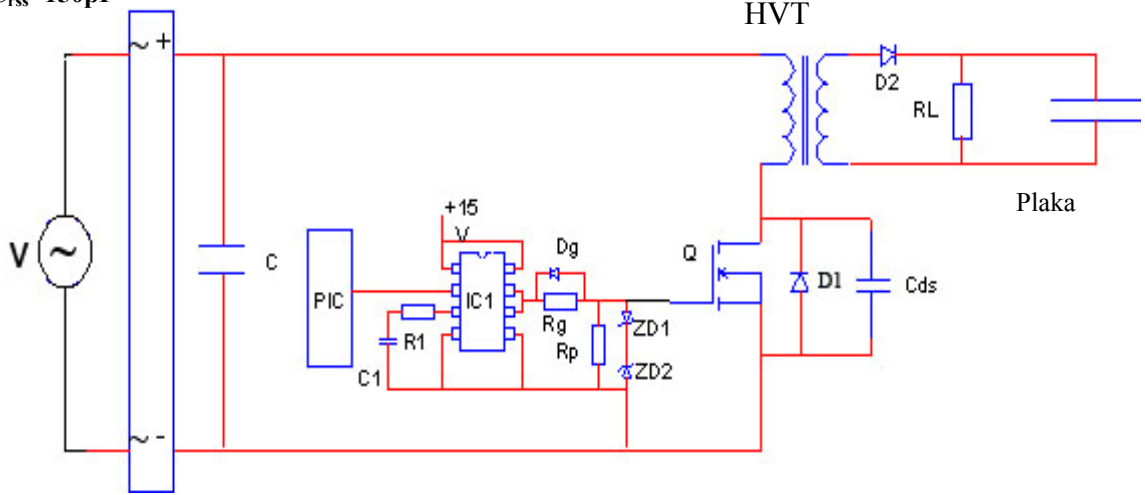
Plakalar arası mesafe 10mm için: $C_0 = 7\text{pF}$.

Plakalar arası mesafe 50mm için: $C_0 = 1.43\text{pF}$

Paralel plaka alanı = $81 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$

D2 :BY8414

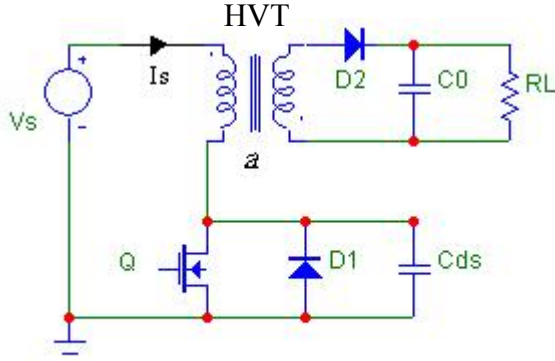
$R_L: 470\text{K}$ $C_{ds}: 9.8\text{nF}$ Parasitic capacitor of MOSFET, $C_{iss} = 4500\text{pF}$, $C_{oss} = 410\text{pF}$,
 $C_{rss} = 150\text{pF}$



Şekil III.6 Uygulama Devresi Gösterimi

DENEY CİHAZININ ÇALIŞMA PRENSİBİ

Sunulan kısmi rezonanslı ve geri dönüşlü DC güç kaynağı şekil III.7’de verilmiştir.



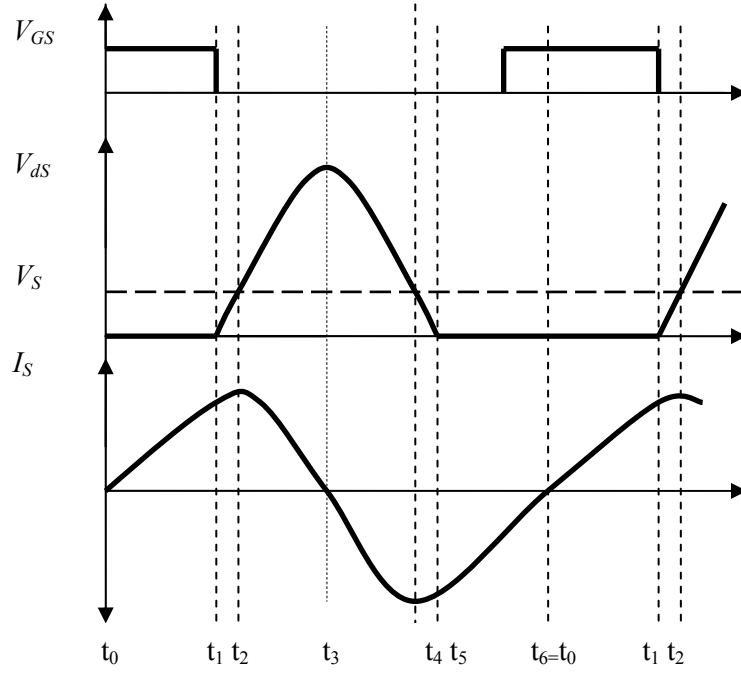
Şekil III.7 Kısmi Rezonanslı ve Geri Dönüşlü DC Güç Kaynağı

Devrede, DC kaynak gerilimi 95 volt (V_s), rezonans kondansatörü 9.9nF (C_{ds}), doğrultma diyodu BY8414, plaka kapasitesi $1.43\text{pF} < C < 7\text{pF}$, yük direnci $470\text{K}\Omega$, yüksek gerilim transformatörü (a) ve 15N100Q isimli mosfet (Q) görülmektedir. D1 diyotu mosfet kılıfının içinde tümleşik halde bulunmaktadır.

Devrede bulunan mosfet $3\mu\text{sn}$ iletimde kaldığı sürece transformatörün primerinden akım akar ve bu sargı üzerinde enerji depolanır. Bu enerji ile mosfet kesime girdiği anda primer bobini ve C_{ds} rezonans kondansatörü arasında seri rezonans oluşur. Mosfet $7\mu\text{sn}$ boyunca kesimde kaldığı sürede akan bu rezonans akımı, R_L yükü ve plakayı besler. Bu süre sonunda mosfet üzerinde düşen gerilim düşümü yaklaşık sıfır volt olduğunda ikinci periyot iletim sinyali ile tekrar başlatılır. Bu işlem toplam olarak 10 periyot yani $100\mu\text{sn}$ sürer. Bu sürenin sonunda $900\mu\text{sn}$ boyunca mosfet kesimde kalır. Her bir $10\mu\text{sn}$ ve 100KHz 'lik periyot dar darbeyi, $100\mu\text{sn}$ ve 1ms 'lik periyot geniş darbeyi oluşturur. Bahsedilen geniş ve darbeler yüksek gerilim transformatörünün sekonder sargısında yük olarak bulunan, $470\text{K}\Omega$ 'luk dirence seri bağlı 100Ω 'luk direnç yardımı ile gerilim bölücü devre yapılarak, kaydedicili osilaskop yardımı ile alınmıştır.

Devrenin bir anahtarlama periyodu içerisindeki kararlı durum analizini kolaylaştırmak için, gerilimin sabit ve yarı iletken elemanların ideal olduğu kabul edilmiştir.

Kısmi rezonanslı ve geri dönüşlü dönüştürücünün bir anahtarlama periyodundaki kararlı durum çalışmasında 5 aralık bulunur. Şekil III.8'de çalışma aralıklarının temel dalga şekilleri verilmiştir.



Şekil III.8 Çalışma Aralıklarının Temel Dalga Şekilleri

Tablo III.1 Temel Çalışma Aralık ve Süreleri

ÇALIŞMA ARALIKLARI	SÜRE (μsn)
ARALIK 1 [$t_0 < t < t_1$]	2,3
ARALIK 2 [$t_1 < t < t_2$]	1
ARALIK 3 [$t_2 < t < t_4$]	5
ARALIK 4 [$t_4 < t < t_5$]	1,1
ARALIK 5 [$t_5 < t < t_6 = t_0$]	1,3

Tablo III.1'de deney cihazı çalışma aralıklarına ait süreler verilmiştir. Elde edilen süreler, mosfetin iletim-kesim, rezonans kondansatörünün kapasitesi ve transformatörünün primer sargı endüktansına bağlı olarak oluşur.

Çalışma Aralıklarına Göre Deneyde Ölçülen Değerler ve Hesaplamalar

Tüm aralık hesaplamalarında kullanılan kaynak ve eleman değerleri:

$$V_s = 95V$$

$$L_p = 300\mu H$$

$$Z_r = 168\Omega$$

$$C_{ds} = 9,9nF$$

$$R_L = 470K$$

$$C_0 = 1.43pF < C < 7pF$$

L_p , yüksek gerilim transformatörünün primer sargı endüktansı L-C metre ile ölçülmüştür.

C_0 plaka kapasitesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

A :Plaka Alanı (m^2)

d :Plakalar arası uzaklık (m)

ϵ_0 : Boşluğun dielektrik Katsayısı ($8,854.10^{-12}$)

ϵ_r : Plakalar Arasında Kullanılan Dielektrik Malzemenin Yalıtkanlık Sabiti (Hava: 1)

$$C = \frac{A}{d} \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \quad (III.1)$$

Yüksek gerilim transformatörünün çıkışına mikroorganizma inaktivasyonu işleminde kullanılmak amacıyla iki iletken plakanın;

$$A = 81.10^{-4} m^2$$

$$\epsilon_r = 1$$

$$\epsilon_0 = 8,854.10^{-12}$$

$$d_1 = 1 \text{ cm}$$

$$d_2 = 5 \text{ cm}$$

Plakalar arasındaki mesafe 1-5 cm arasında değiştiğinden dolayı iki ayrı hesaplama yapılmalıdır.

$$d_1 = 1 \text{ cm}$$

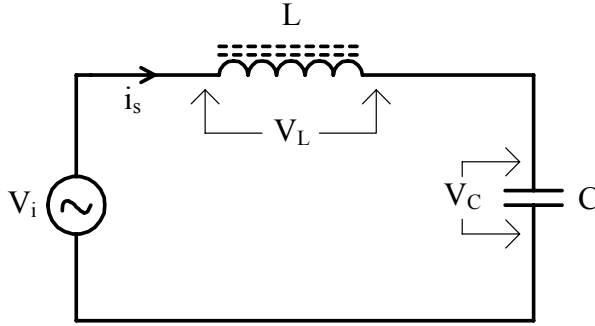
Formül III.1'de plaka özellikleri yerine yazarsak;

$$C = \frac{81 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} 8,854 \cdot 10^{-12} = 7 \cdot 10^{-12} \text{F} = 7 \text{ pF}$$

$d_2 = 5 \text{ cm}$ için;

$$C = \frac{81 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-2}} 8,854 \cdot 10^{-12} = 1.43 \cdot 10^{-12} \text{F} = 1.43 \text{ pF}$$

Çalışma aralıklarında kullanılan formüller, şekil III.9'da gösterilmiş olan temel seri rezonans devresi diferansiyel denklem eşitliklerinden, başlangıç koşulları olarak kondansatör gerilimi $V_C(t) = 0$, devre akımı $i_s(t) = 0$ olarak kabul edildiğinde aşağıdaki gibi çıkartılabilir.



Şekil III.9. Temel Seri Rezonans Devresi

$$V_i = V_L + V_C = L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt + V_C(t=0) \quad (\text{III.2a})$$

$$\frac{V_i}{s} = s \cdot L \cdot I(s) + \frac{1}{s \cdot C} \cdot I(s) \quad (\text{III.2b})$$

$$\frac{V_i}{s} = I(s) \left(sL + \frac{1}{sC} \right) \quad (\text{III.2c})$$

$$I(s) = \frac{V_i}{s \cdot \left(sL + \frac{1}{sC} \right)} = \frac{V_i}{L \left(s^2 + \frac{1}{LC} \right)} = \frac{V_i}{L(s^2 + \omega^2)} \quad (\text{III.3a})$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (\text{III.3b})$$

$$Z = \omega L = \frac{1}{\omega C} = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (\text{III.3c})$$

$$i(t) = \frac{Vi}{Z} \sin \omega t = Vi \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \omega t \quad (\text{III.3d})$$

$$\begin{aligned} V_C(t) &= \frac{1}{C} \int_0^t i(t) dt = \frac{1}{C} \int_0^t Vi \sqrt{\frac{C}{L}} \sin \omega t = \frac{Vi \sqrt{C}}{\sqrt{C} \cdot C \sqrt{L}} \left| -\frac{\cos \omega t}{\omega} \right|_0^t \\ &= Vi(1 - \cos \omega t) \end{aligned} \quad (\text{III.4a})$$

bobindeki başlangıç akımı I_{L0} , kondansatördeki başlangıç gerilimi $V_C = 0$ ise;

$$Vi = L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i \cdot dt + V_{co} \quad (\text{III.5a})$$

$$\frac{Vi}{s} = s \cdot L \cdot I(s) - L \cdot I_{L0} + \frac{1}{s \cdot C} \cdot I(s) + \frac{V_{co}}{s} \quad (\text{III.5b})$$

$$C \cdot \omega = C \cdot \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \sqrt{\frac{C^2}{L \cdot C}} = \sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{1}{Z} \quad (\text{III.5c})$$

$$\frac{Vi - V_{co}}{s} + L \cdot I_{L0} = I(s) \left(s \cdot L + \frac{1}{s \cdot C} \right) \quad (\text{III.5d})$$

$$I(s) = \frac{Vi - V_{co}}{s \cdot \left(s \cdot L + \frac{1}{s \cdot C} \right)} + \frac{\left(\frac{s}{L} \right) \cdot L \cdot I_{L0}}{\frac{s}{L} \left(s \cdot L + \frac{1}{s \cdot C} \right)} = \frac{Vi - V_{co}}{L \cdot \left(s^2 + \frac{1}{L \cdot C} \right)} + \frac{s \cdot I_{L0}}{s^2 + \frac{1}{L \cdot C}} \quad (\text{III.5e})$$

$$I(s) = \frac{Vi - V_{co}}{L \cdot (s^2 + \omega^2)} + \frac{s \cdot I_{L0}}{s^2 + \omega^2} \quad (\text{III.6a})$$

$$\omega.L = \sqrt{\frac{L^2}{L.C}} \quad (\text{III.6b})$$

$$C.Z = C\sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{C^2.L}{C}} = \frac{1}{\omega} \quad (\text{III.6c})$$

$$I(s) = \frac{(Vi - Vco).\omega}{\omega.L.(s^2 + \omega^2)} + \frac{s.I_{L0}}{s^2 + \omega^2} \quad (\text{III.6d})$$

$$i(t) = \frac{(Vi - Vco)}{\sqrt{\frac{L}{C}}}\sin \omega t + I_{L0} \cdot \cos \omega t = \frac{(Vi - Vco)}{Z}\sin \omega t + I_{L0} \cdot \cos \omega t \quad (\text{III.6e})$$

Kondansatör uçlarındaki gerilim:

$$Vc(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(t).dt + Vco \quad (\text{III.7a})$$

$$\begin{aligned} Vc(t) &= \frac{1}{C} \int_0^t \left(\frac{Vi - Vo}{Z} \sin \omega t + I_{L0} \cos \omega t \right) + Vco \\ &= \frac{1}{C} \left[-\frac{(Vi - Vco) \cdot \cos \omega t}{Z \cdot \omega} + I_{L0} \cdot \frac{\sin \omega t}{\omega} \right] + Vco \end{aligned} \quad (\text{III.7b})$$

$$Vc = -\omega(Vi - Vco) \cdot \frac{\cos \omega t}{\omega} + Z.I_{L0} \cdot \sin \omega t + Vi \quad (\text{III.7c})$$

$$Vc = -(Vi - Vco) \cdot \cos \omega t + Z.I_{L0} \cdot \sin \omega t + Vi \quad (\text{III.7d})$$

$$V_L = Vi - Vds = (Vi - Vco) \cos \omega t - Z.I_{L0} \cdot \sin \omega t \quad (\text{III.8})$$

III.1.1.1 Aralık 1 [$t_0 < t < t_1$]

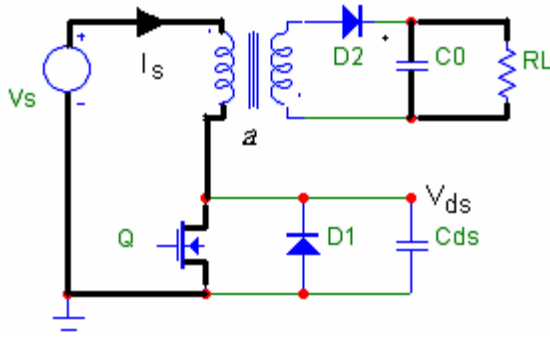
Mosfetin iletme girmesiyle başlayan bu aralık için,

$$i_s = \frac{V_s}{L_p}(t_1 - t_0) \quad (\text{III.9})$$

bağıntısı yazılabilir. Mosfetin iletimde kaldığı süre boyunca I_s akımı artarak devam eder. I_s akımının artışı ve bu aralık, mosfetin kesime girmesiyle sona erer.

$$i_s = \frac{95}{300 \cdot 10^{-6}}(2,3 \cdot 10^{-6})$$

$$i_s = 0,73 A$$



Şekil III.10 Aralık 1 [$t_0 < t < t_1$]

III.1.1.2 Aralık 2 [$t_1 < t < t_2$]

Mosfetin gate sinyalinin kesilmesiyle V_s - L_p - C_{ds} yolu ile bir seri rezonans oluşur. Bu aralık sonunda C_{ds} rezonans kondansatörü V_s kaynak gerilimine, I_s devre akımı pozitif alternansta maksimum değerine ulaşarak son bulur.

Denklem III.6d'den faydalanarak, aralık 2'de oluşan rezonans için,

$$i_s = I_s \cos \omega_r(t_2 - t_1) + \frac{V_s}{Z_r} \sin \omega_r(t_2 - t_1)$$

$$i_s = 0,73 \cdot \cos \omega_r(10^{-6}) + \frac{95}{168} \sin \omega_r(10^{-6})$$

$$i_s = 0,92 A$$

Denklem III.7d'den faydalanarak, aralık 2'de rezonans kondansatörünün gerilimi,

$$V_{ds} = V_s + I_s \cdot Z_r \sin \omega_r(t_2 - t_1) - V_s \cos \omega_r(t_2 - t_1)$$

$$V_{ds} = 95 + 0,73.168.\sin \omega_r (10^{-6}) - 95 \cos \omega_r (10^{-6})$$

$$V_{ds} = 92V$$

$$I_{S\max} = \sqrt{I_{S1}^2 + \left(\frac{V_s}{Z_r}\right)^2} \quad (\text{III.10})$$

$$I_{S\max} = \sqrt{0,73^2 + \left(\frac{95}{168}\right)^2}$$

$$I_{S\max} = 0,85A$$

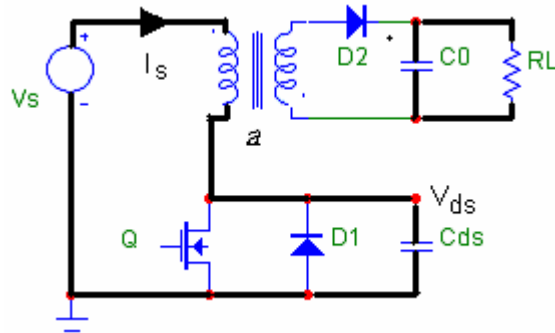
Denklem III.3c'den faydalanarak, aralık 2'de rezonans empedansı,

$$Z_r = \sqrt{L_p / C_{ds}}$$

$$Z_r = \sqrt{280.10^{-6} / 9,9.10^{-9}}$$

$$Z_r = 168\Omega$$

D2 diyodu, I_s akımının maksimum değerine ve V_{ds} geriliminin V_s değerine erişmesiyle iletme girer ve bu aralık biter.



Şekil III.11 Aralık 2 [$t_1 < t < t_2$]

III.1.1.3 Aralık 3 [$t_2 < t < t_4$]

Aralık 2'de başlayan rezonans bu aralıkta da devam eder. Çıkışta bulunan D2 diyodu üzerinden sekonder sargı yükü besler.

$$i_s = I_{S \max} \cdot \cos \omega_r (t_4 - t_2) \quad (\text{III.11})$$

$$i_s = 0,85 \cdot \cos \omega_r (5 \cdot 10^{-6})$$

$$i_s = -0,85 A$$

Denklem III.7d'den faydalanarak, aralık 3'de rezonans kondansatörü üzerindeki gerilim,

$$v_{dS} = v_s + Z_r \cdot I_{S \max} \cdot \sin \omega_r (t_4 - t_2)$$

$$v_{dS} = 95 + 168 \cdot 0,85 \cdot \sin \omega_r (5 \cdot 10^{-6})$$

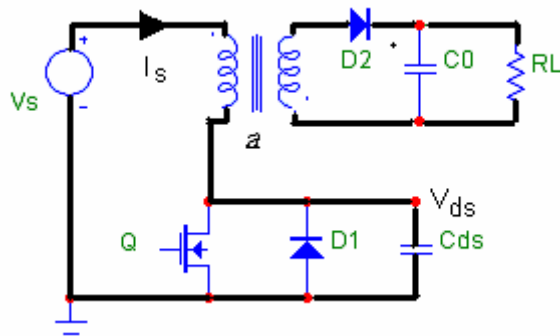
$$v_{dS} = 95 V$$

$$V_{dS \max} = \sqrt{(Z_r I_{S \max})^2 + V_s^2} + V_s \quad (\text{III.12})$$

$$V_{dS \max} = \sqrt{(168 \cdot 0,85)^2 + 95^2} + 95$$

$$V_{dS \max} = 266 V$$

Bu aralıkta C_{ds} gerilimi iki farklı değer alır. Birinci değer kondansatör geriliminin maksimuma çıktığı, diğeri ise V_s seviyesine düştüğü değerdir. Kondansatörün V_s seviyesine düşmesiyle D2 diyodu kesime girmesiyle I_s akımı negatif maksimum değerine ulaşarak bu aralık biter.



Şekil III.12 Aralık 3 [$t_2 < t < t_4$]

III.1.1.4 Aralık 4 [$t_4 < t < t_5$]

Seri rezonansın devam ettiği bu aralıkta kondansatör gerilimi (V_s) sıfıra düşmesiyle D1 diyodu iletme girerek bu aralık biter.

Denklem III.11'den faydalanarak, aralık 4'de primer sargıdan geçen rezonans akımı,

$$i_s = -I_{S_{\max}} \cos \omega(t_5 - t_4)$$

$$i_s = -0,85 \cos \omega(1,1 \cdot 10^{-6})$$

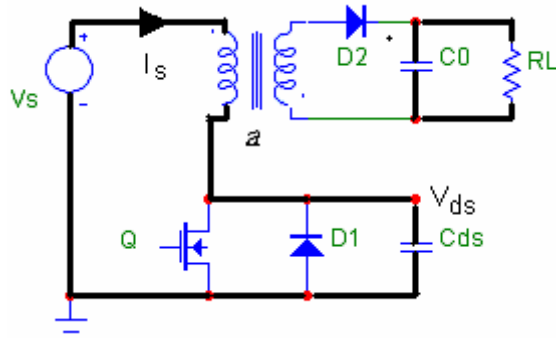
$$i_s = -0,66 A$$

Denklem III.7d'den faydalanarak, aralık 4'de rezonans kondansatörünün gerilimi,

$$V_{ds} = V_s - I_{S_{\max}} \cdot Z_r \sin \omega_r(t_5 - t_4)$$

$$V_{ds} = 95 - 0,85 \cdot 168 \sin \omega_r(1,1 \cdot 10^{-6})$$

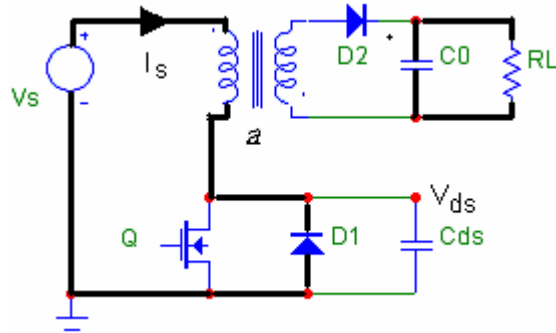
$$V_{ds} = 4V$$



Şekil III.13 Aralık 4 [$t_4 < t < t_5$]

III.1.1.5 Aralık 5 [$t_5 < t < t_6 = t_0$]

Aralık 4'ün sonunda D1 diyodunun iletme geçmesiyle I_s akımı lineer olarak azalır. Bu durumda mosfetin iletme geçirilmesi gerekir[11].

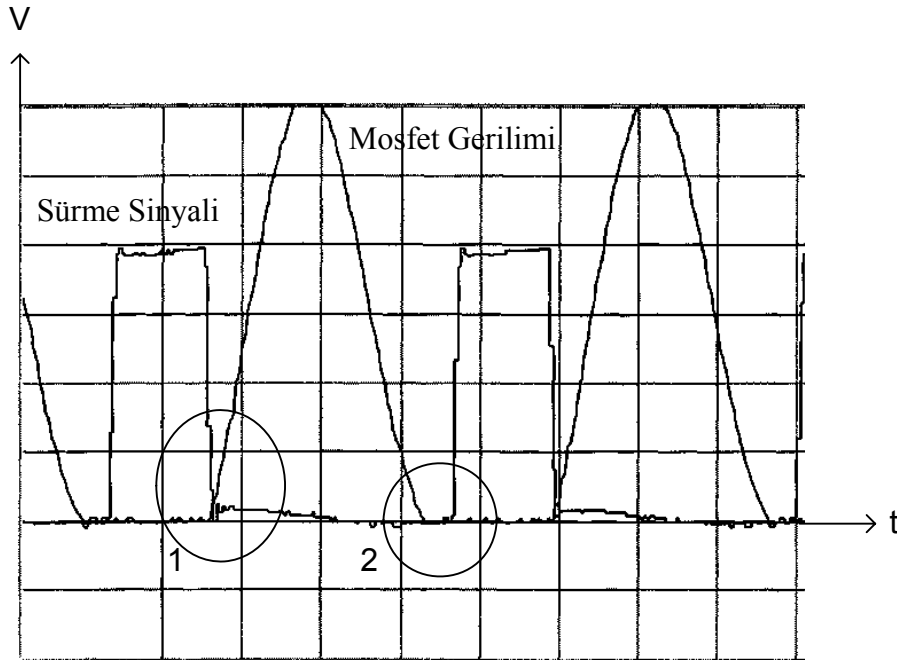


Şekil III.14 Aralık 5 [$t_5 < t < t_6 = t_0$]

FLYBACK DÖNÜŞTÜRÜCÜ DENEY GRAFİKLERİ

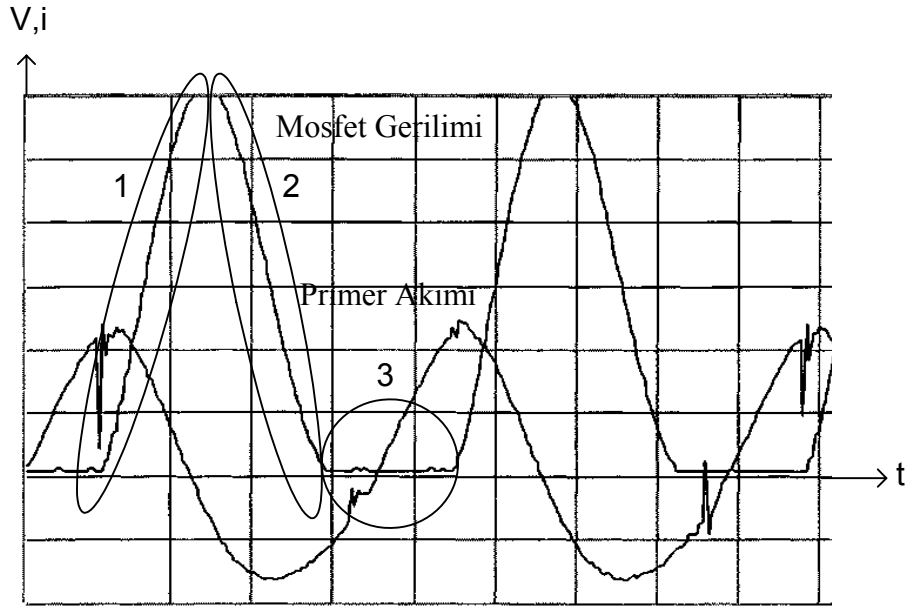
Devre uygulaması yapılmış ve aşağıdaki veriler kaydedicili osilaskop ile alınmıştır.

Çalışma aralıklarının osilaskop aracılığı ile alınabilmesi için PIC sadece 100 KHz'lik periyotta çalıştırılmıştır. Mosfet gerilimi ve sürme sinyalini aynı ekranda görmek amacıyla osilaskopun CH1 kademesi ve CH2 kanalı kullanılmış, volt/div 5 volta, time/div 2,5 μ s'n'ye ayarlanmıştır. Şekil III.14'te ofset gerilimin yaklaşık 290 volt, sürme sinyalinin 18 volt seviyesinde olduğu görülmektedir. 1 nolu çember içerisindeki bölgede, mosfetin sürme sinyalinin kesilmesiyle rezonans kondansatörü, transformatörünün primer sargısında depo edilen enerji ile şarj olmaya başlar. Aynı zamanda 1 nolu çember içerisindeki bölge L_p - C_{ds} seri rezonansının başladığı anı ifade eder. 2 nolu çember içerisindeki bölge, C_{ds} rezonans kondansatörünün tamamen boşaldığı ve mosfetin ikinci sürme sinyalini verdiği anı göstermektedir.



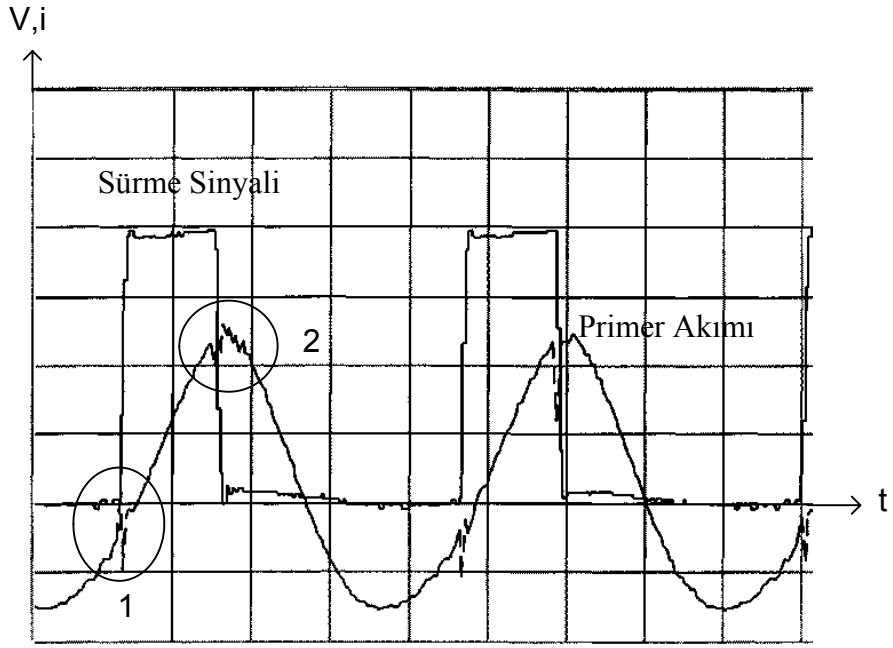
Şekil III.15 Sürme sinyali (5V/div) ve Mosfet gerilimi (10*5v/div), Peryot(2,5 μ s/div)

Primer sargı akımını ölçmek amacıyla devreye seri bağlı $0,5 \Omega$ 'luk direnç bağlanmıştır. Bu direnç yardımı ile osilaskobun CH1 kanalının time/div kademesi 200 mV 'ta, CH2 kanalı mosfet üzerinde düşen gerilimi ölçmek için volt/div kademesi 5 volta ayarlanmıştır. Bu durumda time/div kademesi $2,5 \mu\text{s}$ 'dir. Pozitif maksimum primer akımı $0,90$ amper, negatif maksimum primer akımı $0,80$ amper seviyelerindedir. Şekil III.15'te, 1 nolu elipsin içerisindeki bölge, mosfetin sürme sinyalinin kesilmesiyle birlikte C_{ds} rezonans kondansatörünün şarj olduğu alanı göstermektedir. 2 nolu elipsin içerisindeki bölge, C_{ds} rezonans kondansatörünün tamamen deşarj olduğu alanı göstermektedir. 3 nolu çember içerisindeki bölge, bölüm III.1.3'te sembolü verilmiş mosfet kılıfı içerisindeki ters diyotun iletme girmesi ile başlayıp, mosfetin kesim anına kadar süren alanı ifade etmektedir.



Şekil III.16 Mosfet Gerilimi ($10 \times 5\text{V}/\text{div}$) ve Primer Akımı ($200\text{mV}/\text{div}$), Peryot ($2,5\mu\text{s}/\text{div}$)

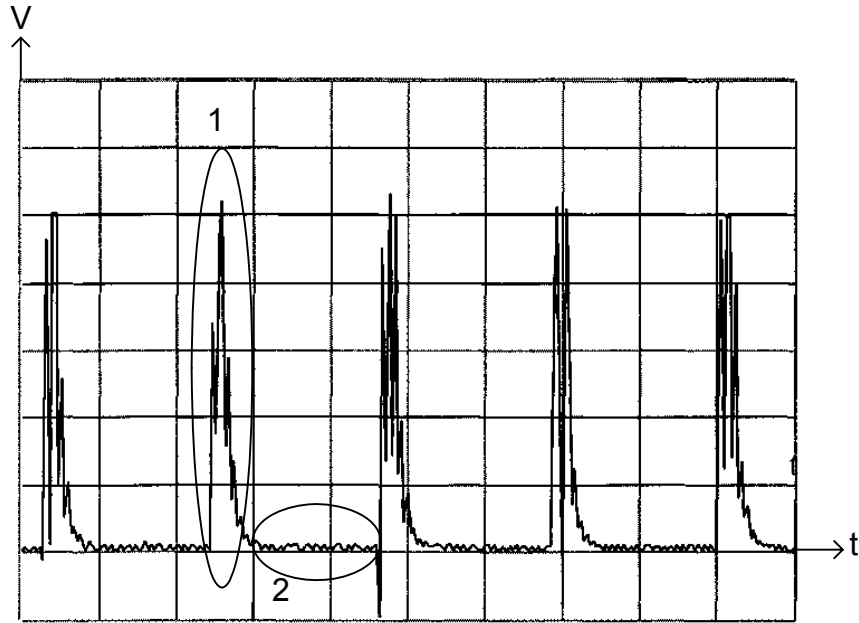
Mosfetin kapı sürme sinyali ve primer akımı eğrileri Şekil III.16'da verilmiştir. Sürme sinyalini ölçmek amacıyla CH1 kanalı time/div kademesi 5 volta, CH2 kanalı 200 mV 'ta ayarlanmıştır. Time/div $2,5 \mu\text{s}$ 'dir. 1 nolu elips içerisindeki bölge, mosfetin iletme geçerek transformatörün primer sargısından akımın lineer olarak arttığı alanı göstermektedir. 2 nolu çember mosfetin kesime girdiği alanı göstermektedir.



Şekil III.17 Sürme Sinyali (5V/div) ve Primer Akımı (200mV/div), Peryot (2,5µsn/div)

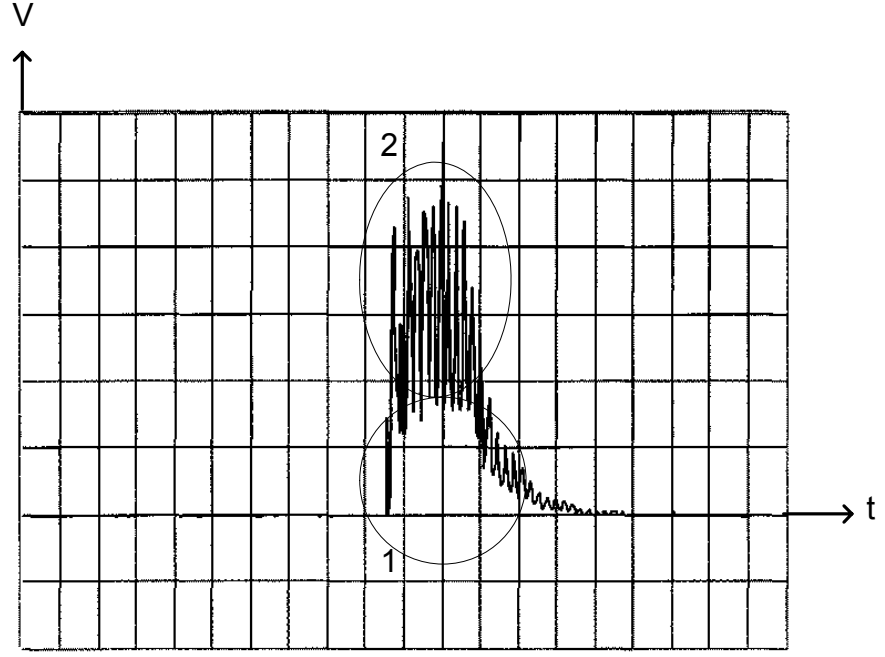
PEF CİHAZININ ÇIKIŞ GERİLİM GRAFİKLERİ

1ms'lik peryodu daha rahat görebilmek amacıyla osilaskopun volt/div kademesi 100mV'ta time/div kademesi 500 μ sn'ye ayarlanmış ve 100 Ω 'luk direnç üzerinden Şekil III.17'deki eğri elde edilmiştir. 1 nolu elips içerisindeki bölge, geniş darbelerin üzerine dar darbelerin bindirilmiş hali gösterilmektedir. 2 nolu elips içerisindeki bölge, transformatörün sekonder sargısında (HVT) gerilimin endüklenmediği durumu göstermektedir.



Şekil III.18 Çıkış Gerilimi(4700*100mV/div), Peryot(500 μ sn/div)

Yüksek gerilim transformatörünün sekonderine bağlı olan 470 K Ω 'luk yük direncine seri bağlı olarak 100 Ω 'luk bir direnç yardımı ile gerilim bölücü yapılmıştır. Osilaskopun volt/div kademesi 100mV'ta time/div kademesi 50 μ sn'ye ayarlanmış ve 100 Ω 'luk direnç üzerinden Şekil III.18'deki eğri elde edilmiştir. Bir başka ifade ile Şekil III.18, Şekil III.17'deki tek bir darbenin daha açık gösterimidir. Bu eğrilerden geniş darbe genliğinin yaklaşık olarak 900 V, dar darbe genliğinde 1200 V seviyelerinde olduğu görülmektedir. 1 nolu elips içerisindeki bölge, geniş dalgayı, 2 nolu çember içerisindeki bölge ise dar darbeleri göstermektedir.



Şekil III.19 Çıkış Gerilimi($4700 \times 100 \text{mV/div}$), Peryot($50 \mu\text{sn/div}$)

BÖLÜM IV

SONUÇLAR

Devre uygulamasında, kaydedicili osilaskop ile temel giriş ve çıkış dalga şekilleri kaydedilmiş, gerekli akım ve gerilim hesaplamaları yapılmıştır.

Tez sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Tezimin konusunu oluşturan devre uygulamasında, anahtarlama elemanlarının üzerindeki kayıplar frekans değerleri arttıkça artmaktadır.
- Anahtarlama kayıplarını azaltmak amacıyla sıfır gerilimde anahtarlama (ZVS) tekniği kullanılarak mosfetdeki güç kayıpları azaltılmıştır.
- Devre uygulaması gerçekleştirilirken kondansatörlerin kapasite ve transformatör primer bobinin endüktans değerleri ZVS anını yakalamak için çok iyi seçilmelidir.
- Mosfetin kesim süresi içerisinde mutlaka kondansatör deşarj olmalıdır.
- Çapı 10 μ m, çekirdek çapı 5 μ m olan küp şeklindeki bir hücrenin imhası için gerekli olan geniş dalga (1KHz) ve dar dalga (100KHz) frekansları elde edilmiştir.
- Hücre imhası için gerekli elektrik alanı olan 2,1 KV/cm elde edilmiştir.
- Tez çalışmasında uygulaması yapılan deney cihazında, bölüm II.1.2'de planlanan frekans ve gerilim değerlerinde, geniş darbelerin üzerine dar darbeler bindirilerek gerekli elektrik alanı sağlanmıştır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

Sterilizasyon işlemlerinde elektroliz veya omik ısıtma yöntemleri kullanıldığında yüksek sıcaklık için güç gerekmektedir. Bu yöntemin özellikle yiyeceklerin besin değerlerinde büyük kayıplara neden olduğu bilinmektedir. Bu kayıpları azaltabilmek için yapılan çalışmalar arasında, elektrik alanlarından faydalanılmaya başlanmıştır. Bu alanlar; kare dalga, sönümlü osilasyon, üstel ve son olarak geniş darbelerin üzerine dar darbeler bindirilmesi olarak özetlenebilir.

Uygulanan dalga genliği ve frekansı hücre imhası için çok önemlidir. Düşük frekanslarda dış membran, yüksek frekanslarda ise iç membran yüksek potansiyele sahiptir. Optimum sterilizasyon işlemi için mikroorganizmaların hücre özelliklerinin çok iyi tayin edilip ona göre frekans ve genlik değerleri belirlenmelidir. Bu çalışmamızda yaklaşık 1000V genlikli 1KHz frekanslı geniş darbe üzerine 1100V'luk 100KHz'li dar darbeler bindirilerek farklı bir PEF cihazı üretilerek mikrobiyolojik deneylerde kullanılmaya hazır hale getirilmiştir.

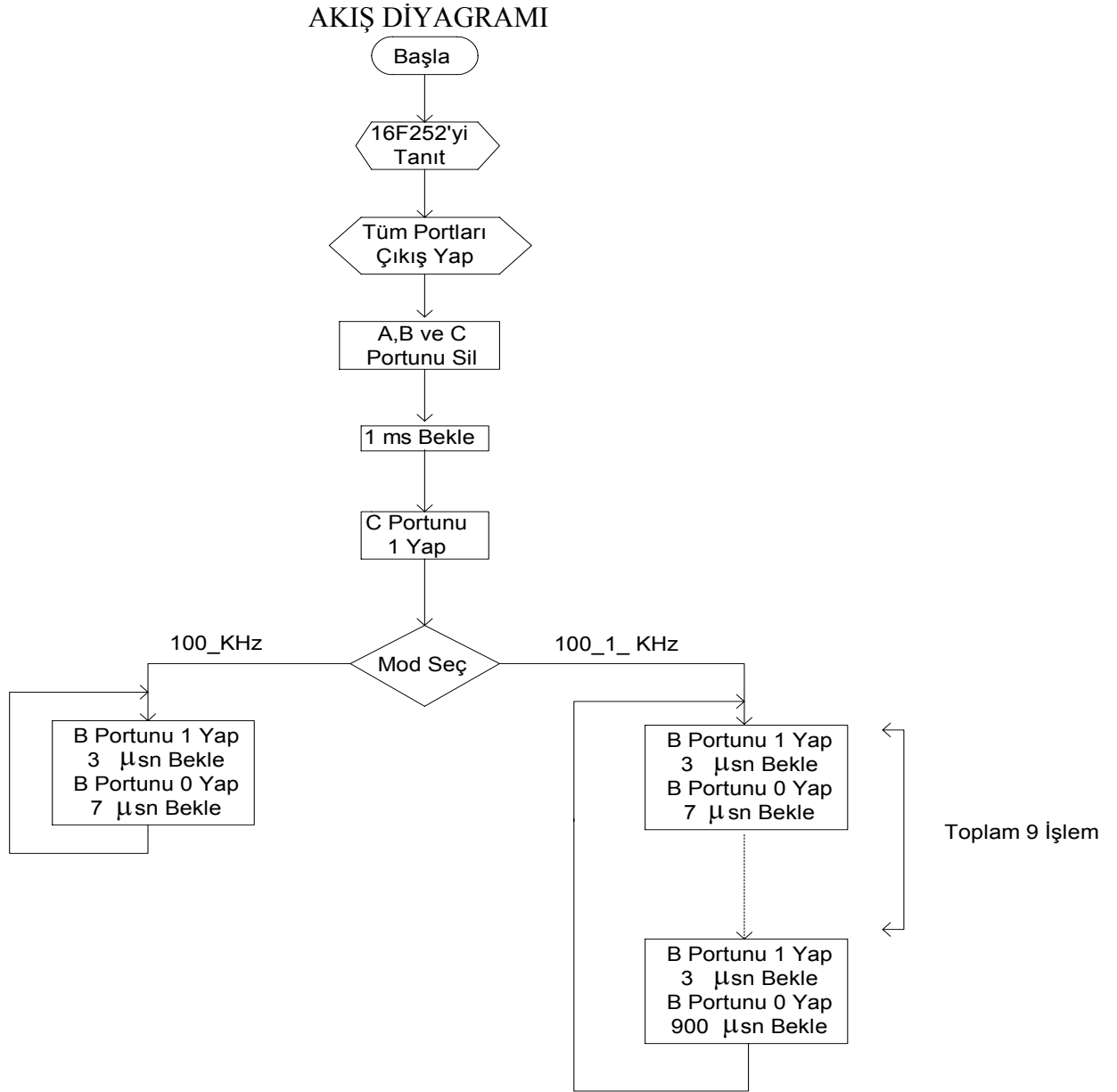
Tezimin konusunu olan dönüştürücü tipi ve benzeri uygulamalar, son yıllarda yeni bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. İnanyorum ki bu gibi çalışmalar hız kazandıkça günlük hayatta bu teknikle arıtma daha da kullanılabilir hale gelecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Muzino A., Hori Y. "Destruction of Living cells by Pulsed High- Voltage Application". *IEEE Transaction on Industry Applications*, Vol,24, No.3, May/ June **1988** pp.387-394
- [2] P. Ellappan, R. Sundararajan. "A Simulation Study of the Electrical Model of a Biological Cell". *Elsevier, Journal of Electrostatics*, 28 Novembre (**2004**).
- [3] N. Dutreux, S. Notermans, T.Wijtzes, M.M Gongora-Nieto, G.V. Barbosa-Canovas, B.G. Swanson . "Pulsed Electric Fields Inactivation of Attached and Free-living Esherichia Coli and Listeria Innocua under Several Conditions". *Elsevier, International Journal of Food Microbiology* (**2000**) 91-98
- [4] Bai_Lin Qin, Gustavo V, Barbosa-Canovas, G.Swanson B., P. D. Pedrow, R. G. Olsen. "Inactivation of Microorganisms Using a Pulsed Electric Field Continuous Treatment System". *IEEE Transaction on Industry Applications* Vol.34. no.1 January/Feruary (**1998**) pp.43-49.
- [5] Tsai-Fu Wu, Sheng-Yu Tseng , Jin-Chyuan Hung . "Generation of Pulsed Electric Fields for Processing Microbes. ". *IEEE Transaction on Plasma Science*, Vol,32, No.4, August (**2004**), pp. 1551-1562
- [6] Sato M., Ishida N. M., Sugiarto A. T., Oshima T., Taniguchi H, "High Efficiency Sterilizer by High-Voltage Pulse Using Concentrated- Field Electrode System". *IEEE Transaction on Industry Applications*, Vol,37, No.6, November/ December **2001**, pp.1646-1650
- [7] Altınbaşak O., "Mikrodenetleyiciler ve PIC Programlama". *ALTAŞ Yayınları*, İstanbul, Türkiye, (**2003**)

- [8] www.microchip.com(eriřim tarihi:Ocak **2006**)
- [9] Rahim, N.A.; Omar, A.M.;" Ferrite Core Analysis for DC-DC Flyback Converter"
TENCON 2000. Proceedings Volume 3, 24-27 Sept. **2000** Page(s):290 - 294
vol.3
- [10] www.datasheetcatalog.com(eriřim tarihi: Nisan **2006**)
- [11] Bodur H., Aksoy İ., Akın B., "DC-DC Dönüřtürücülerde Yumuşak Anahtarlama Teknikleri", *Kaynak Elektrik*, Haziran **2002**, Sayı 158, Sayfa 100-108.

EK I MOSFETİ SÜREN PIC KONTROLÖRÜNÜN AKIŞ DİYAGRAMI VE PROGRAMI



PIC PROGRAMI

```
// PICC Compiler version 3.235 ile compile edildi..
#include "18F252.h"
#FUSES
HS,NOWDT,NOPROTECT,NOPUT,NOBROWNOUT,NOSTVREN,NOLVP

//#define MODE_100KHZ
#define MODE_100_1KHZ

#USE delay(clock=18432000,RESTART_WDT)

#byte port_a = 0xF80
#byte port_b = 0xF81
#byte port_c = 0xF82

void init_sys(void)
{
    port_a=0;//porta sıfır
    port_b=0;//porta sıfır
    port_c=0;//porta sıfır
    set_tris_a(0x0F);
    set_tris_b(0x00);
    set_tris_c(0x00);
    port_a=0;//porta sıfır
    port_b=0;//porta sıfır
    port_c=0;//porta sıfır
    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);// A portu initialize edilmeli,aksi halde
port adc durumunda olur
    disable_interrupts(GLOBAL);
}
```

```

// _____
//
//                               ANA PROGRAM
// _____

void main(void)
{
char cnt;

    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
    setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_2);
    setup_spi(FALSE);
    setup_ccp1(CCP_OFF);
    setup_ccp2(CCP_OFF);
    init_sys();

    port_c=0;//her ihtimale karşı roleyi bırak
        delay_ms(1000);// 1 saniye beklet
    port_c=255;//roleyi çek
do{
#ifdef MODE_100KHZ
    port_b=255;
    delay_us(3);
    port_b=0;
    delay_us(7);
#endif

#ifdef MODE_100_1KHZ
    port_b=255;
    delay_us(3);
    port_b=0;
    delay_us(7);
#endif
}

```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(7);
```

```
port_b=255;  
delay_us(3);  
port_b=0;  
delay_us(900);
```

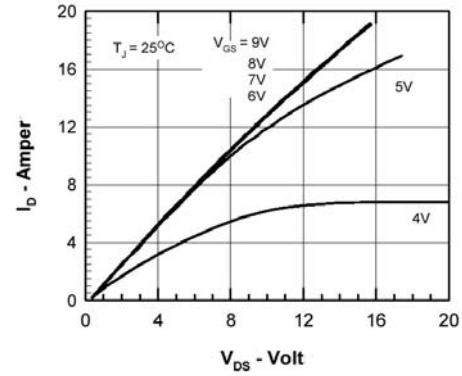
```
#endif
```

```
    } while(1);  
}
```

EK II KATALOG DEĞERLERİ

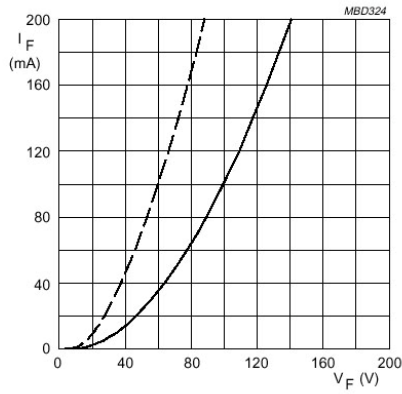
MOSFET KATOLOG DEĞERLERİ

Firma	IXYS
İsim	IXFH 15N100Q
V_{DSS}	1000V
I_{D25}	15A
R_{DS(ON)}	0,7Ω



Şekil I. IXFH 15N100Q V_{DS} - I_D Karakteristik Eğrisi

DİYOT KATALOG DEĞERLERİ



BY8414.

Şekil II. BY8414 V_F - I_F Karakteristik Eğrisi

ÖZGEÇMİŞ

1977 Yılında Eskişehir’de doğdum. 100. Yıl İlkokulu, Mimar Sinan Ortaokulu ve Atatürk Teknik Lisesini bitirdim. 1999 Yılında Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesinin Elektrik Eğitimi bölümünden mezun oldum.2003 Yılında Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladım. Halen Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisansa devam etmekte ve Ümraniye Atatürk Endüstri Meslek Lisesinde elektrik öğretmeni olarak görev yapmaktayım.