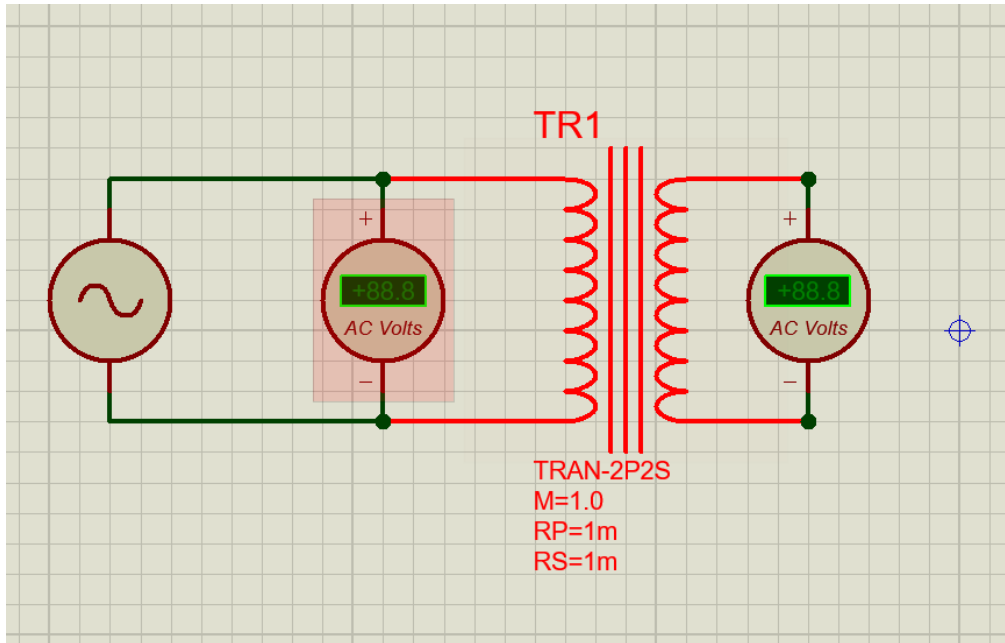


Lineer Güç Ünitesi

Bu çalışma, ev yapımı bir direksiyon seti projesinin ilk aşaması olan **Lineer Güç Kaynağı** tasarımını ve analizini kapsamaktadır. Proje kapsamında, şebeke gerilimini (220V AC) sistemin ihtiyacı olan 12V DC gerilime dönüştüren, regüleli ve filtreli bir devre tasarlanmış; teorik hesaplamalar osiloskop çıktılarıyla doğrulanmıştır.

İlk olarak motoru besleyen kısım incelenecektir ve burada Türkiye’de şebeke elektriği olan 220AC’yi 12DC’ye çeviren kısmı yapacağız. Burada ilk olarak tranformatör kullanacağız. Bu hesabın daha basit yapılması adına manyetik bağ katsayısını (M) 1 kabul edilecek, ideal bir transformatör ile çalışıyor gibi hesap yapacağım. Ve bu bağlamda primer ve sekonder kısımların iç dirençleri (RP VR RS) de 1miliohm gibi çok küçük değerler vererek hesap yapacağız. (Şekil 1. 0)



Şekil1.0

Şimdi önemli olan kısım sarım sayıları. Çünkü oluşturduğumuz akının sabit olduğunu kabul ettiğimiz için hesabımız çok basit.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{w_1}{w_2}$$

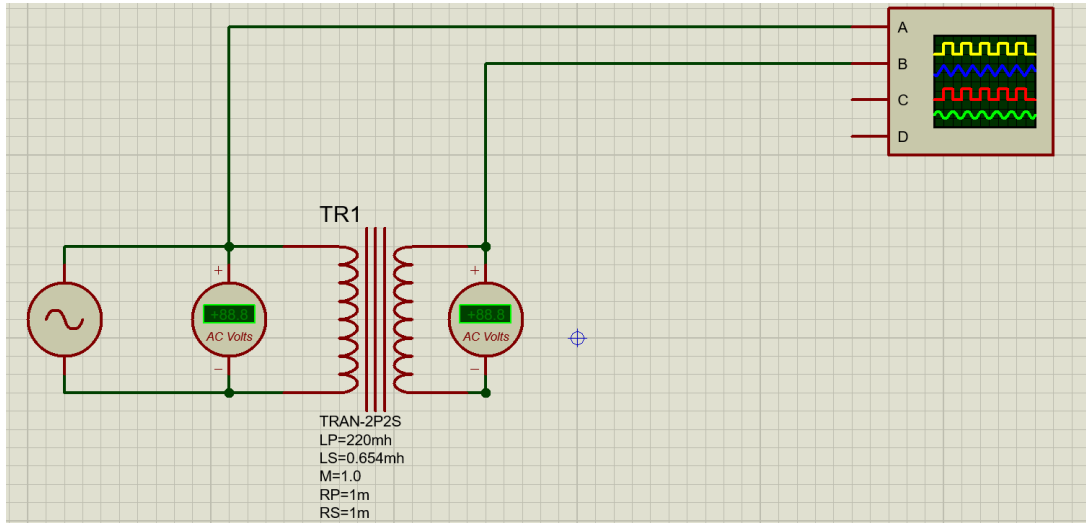
Şekil 1.1

Şekil 1.1’de da belirtildiği üzere uçlardaki indüklenen voltaj değerleri sarım sayıları ile doğru orantılı. Ancak biz buradan basit bir hesap ile girişte 220 volt verdiğimiz

senaryoda çıkışta almak istediğimiz 12 volt için basit bir hespla şekil 1.2’de görüldüğü üzere sarım sayısının karesi indüktans ile ilintilidir. Yani 220/12 oranını sağlamak adına

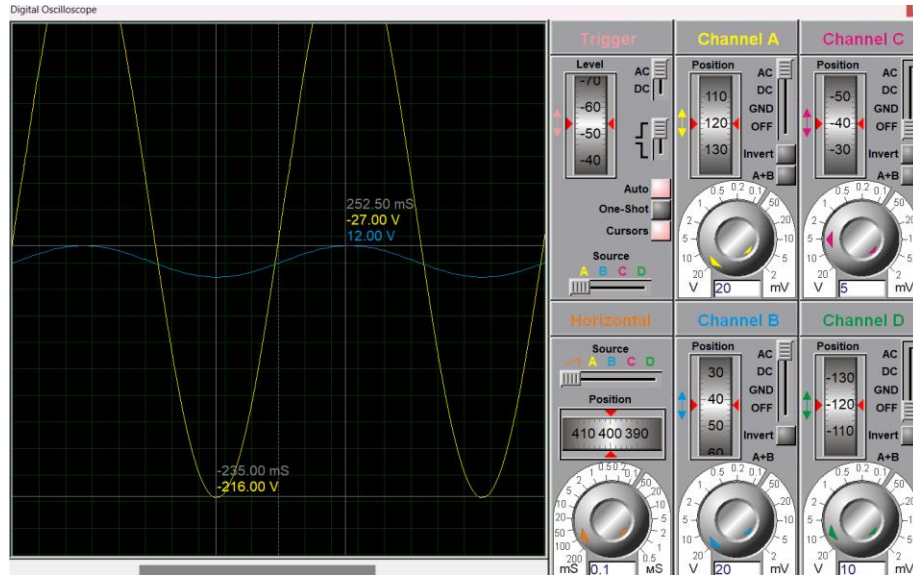
$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{\ell}$$

Şekil 1.2



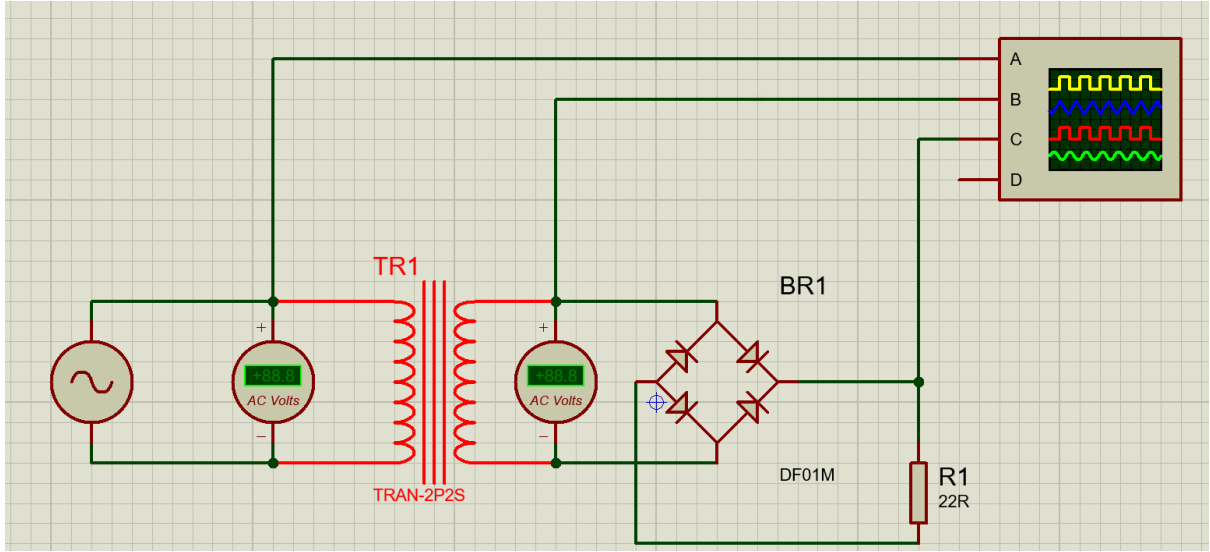
Şekil 1.3

Şekil 1.3’de gözüktüğü şekilde indüktans değerlerini ayarladım ve değerleri okumak adına osiloskop bağladım. Osiloskop değeri şekil 1.4’te belirtilmiştir.



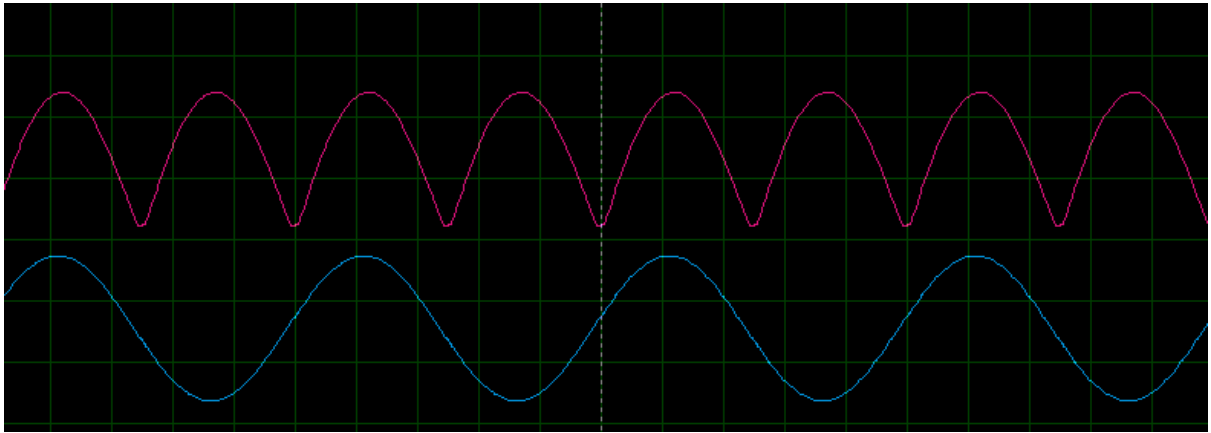
Şekil 1.4

Pekala şimdi elimizde 12AC olan bir gerilim bunu doğru akıma çevirmemiz gerekiyor ve bu işlemde de köprü diyot kullanacağız.



Şekil 2.0

Şekil 2.0’da belirtildiği üzere köprü diyot şekilde gözüktüğü gibi bağlanır ve osiloskop değeri şekil 2.1’de belirtildiği gibi yapılır.



Şekil 2.1

(A kanalı rahat gözükmesi adına kapatılmıştır.)

Şekil 2.1’de gözüktüğü üzere kırmızı dalgalar tek taraflı olarak geliyor ancak hala doğru akıma uğraşamadık çünkü voltaj dalgalı bir şekilde geliyor.

Başlangıç aşamasında seçilen 12V AC çıkış gerilimi, doğrultma ve regülasyon sonrası gerilim düşümü (drop-out voltage) nedeniyle stabil bir 12V DC elde etmek için yetersiz kalmıştır. İşte bu noktada şu soru ortaya çıkıyor. O halde transformatör çıkışı ne olmalı?

Burada yeni bir devre elemanı ile karşılaşacağız. O da regülatör. Voltajı sabit bir değerde tutmak için kullanmamız gereken bir eleman. Burada kullanacağımız

regülatöre karar vermemiz gerekiyor. Biz 12 volt çıkış istediğimiz için LM7812 regülatörünü kullanacağız.

Electrical Characteristics (LM7812)

($V_I=19V$, $I_O=500mA$, $0^\circ C \leq T_J \leq 125^\circ C$, unless otherwise specified. (Note 1))

Parameter	Symbol	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Output Voltage	V_O	$T_J = 25^\circ C$	11.50	12	12.5	V
Line Regulation	ΔV_O	$V_I = 14.5V \text{ to } 30V$, $T_J = 25^\circ C$		10	240	mV
		$V_I = 16V \text{ to } 22V$, $T_J = 25^\circ C$		3.0	120	
Load Regulation	ΔV_O	$I_O = 5mA \text{ to } 1.5A$, $25^\circ C$		12	240	mV
		$I_O = 250mA \text{ to } 750mA$, $25^\circ C$		4	120	
Ripple Rejection	RR	$V_I = 15V \text{ to } 25V$, $f=120Hz$	55	71		dB
Output Noise Voltage	V_N	$F=10Hz \text{ to } 100Hz$, $T_J = 25^\circ C$		75		μV
Dropout Voltage	V_D	$T_J = 25^\circ C$		2.0		V
Quiescent Current		$T_J = 25^\circ C$		4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change	ΔI_Q	$V_I = 14.5V \text{ to } 30V$, $T_J = 25^\circ C$			1.0	mA
		$I_O = 5mA \text{ to } 1A$, $T_J = 25^\circ C$			0.5	

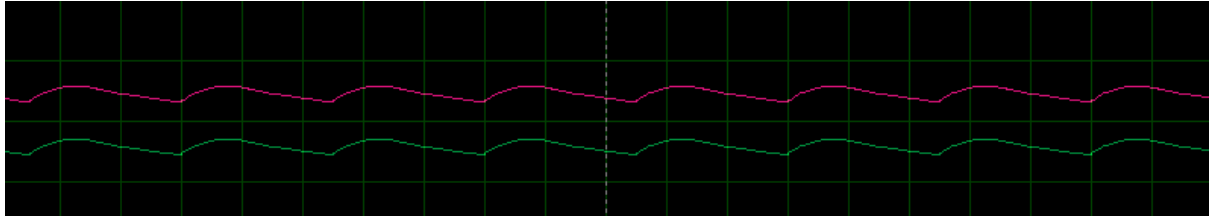
Şekil 3.0

Şekil 3.0’da belirtildiği üzere giriş seviyesi 14,5V ile 30V arasında değerler almasıdır. Biz yapabildiğimiz kadar min değeri alacağız çünkü regülatörler voltaj düşürürken fazla enerjiyi ısıya dönüştürerek voltaj düşürür. Ancak bunun fazla olmasını istemiyoruz. Çünkü devredeki ısı yüksek sıcaklıklara sebep olabilir ve bu da uzun süreli kullanımlarda ve verimlilik konusunda ekonomik olmayan bir sonuç oluşturur.

$$C = I / (\Delta V * F)$$

Şekil 3.1

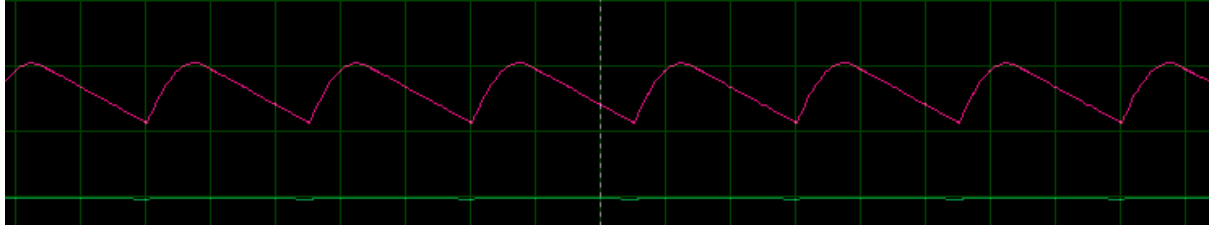
Şekil 3.1’de kapasitörün kapasite değerinin belirlenmesinde akım değerini 1A ve frekans değeri Türkiye’de ev prizlerinde 50 Hz iken tam doğrultucu köprü ile beraber frekans 100 Hz olur. ΔV değeri internet bulduğuma göre 1V olarak alıyorum ve 10,000 μF olarak buluyoruz. Bunu devreye yerleştirdiğimizde şekil 3.2’de de belli olacağı üzere pembe kanal regülatöre girmeden önceki voltaj iken yeşil regülatörden sonraki dalgalanmadır.



Şekil 3.2

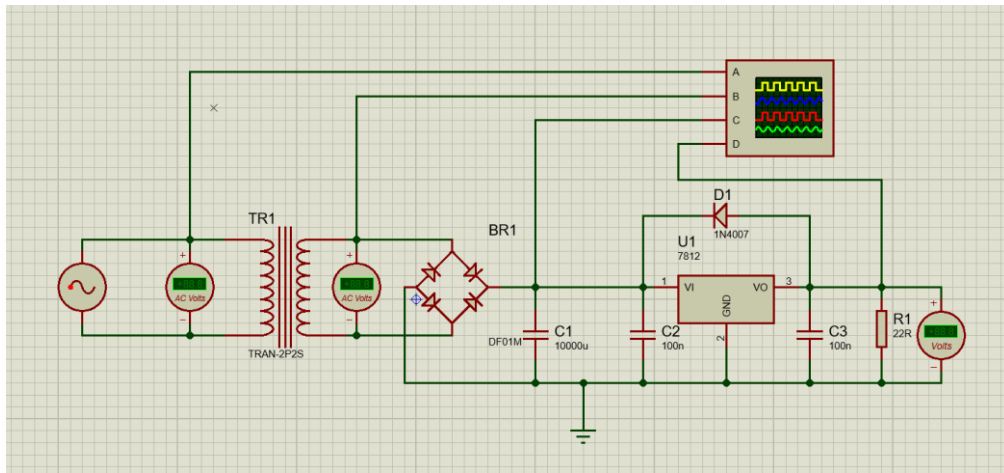
Bundan dolayı tranformatör çıkışımızı arttırıyoruz ve dc çıkışı elde edeceğimiz min değeri buluyoruz. (Burada detaylı bir analiz bulamadım sadece önceden de belirttiğim üzere fazaladan regülatöre gelen her voltaj değeri ısıya dönüşeceğinden min değerde tutmanın sistem için en optimizesi olduğuna kanaat getirdim.) Buradan hesapla bulduğum değer yaklaşık 22-23V civarlarında olması gerekiyor. Bu noktada da yaygın

olarak üretildiği için 220V AC den 24V AC ye dönüştüren bir transformatör kullanmanın uygun olduğunu düşünüyorum.



Şekil 3.3

Şekil 3.3'te de belli olduğu üzere regülatörden çıkışımız optimize edilmiş noktada.

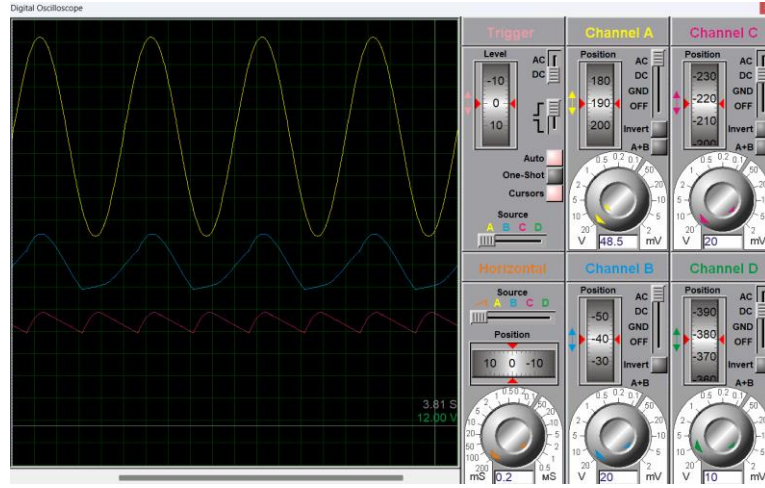


Şekil 3.4

Şekil 3.4, tasarladığım lineer güç kartının tüm eklemeler yapılmış son halini gösteriyor. Sistemin daha kararlı ve güvenli çalışması için devreye **C2, C3 dekuplaj kondansatörlerini** ve **D1 koruma diyotunu** ekledim. C2 ve C3 kondansatörleri, voltaj regülatörünün giriş ve çıkışındaki yüksek frekanslı gürültüleri süzerek sistemin dalgalanmalardan etkilenmesini önüyor. D1 diyotu ise enerji kesildiği anda kondansatörlerde biriken yükün regülatör üzerinden ters akım (Back-EMF) oluşturup bileşene zarar vermesini engellemek için kritik bir görev üstleniyor.

Şekil 3.4'te yer alan osiloskop bağlantılarını sırasıyla şu noktalardan aldım:

1. Şebeke girişi (Transformatör öncesi AC),
2. Düşürülmüş AC gerilim (Transformatör sonrası),
3. Doğrultulmuş dalgalı DC (Köprü diyot sonrası),
4. Regüle edilmiş sabit çıkış (7812 sonrası).



Şekil 3.5

Şekil 3.5'teki osiloskop çıktılarında da görüldüğü gibi, tüm bu filtreleme ve regülasyon aşamalarının sonunda hedeflediğim kararlı **12V DC** çıkışa başarıyla ulaştım.

Tasarladığım bu lineer kart, Arduino gibi kontrolcülerini beslemek için çok temiz bir kaynak olsa da, direksiyon setindeki motorun Force Feedback anında çekeceği ani ve yüksek akımı karşılamakta yetersiz kalacaktır. Bu devrede akımı artırmaya kalkarsak; çok daha büyük bir transformatör, devasa köprü diyotlar ve kocaman soğutucular kullanmamız gerekir. Bu da yapacağımız seti hem çok hantal hem de verimsiz bir hale getirir. Bu yüzden projenin geri kalanında; çok daha hafif, yüksek verimli ve yüksek akım kapasitesine sahip **SMPS (Switch Mode Power Supply)** güç ünitelerini kullanmaya karar verdim.