

Döner Atlama Aralıklı Tesla Bobini Tasarımı

A Rotating Spark Gap Tesla Coil Design

Oktay Tuna Bediz¹, Aytuğ Font², Özcan Kalenderli³

^{1, 2, 3}Elektrik Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi

Tunabediz07@gmail.com, aytugfont@itu.edu.tr, kalenderli@itu.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı geleneksel atlama aralığından farklı bir tasarıma sahip olan, 300 kV, 150 kHz'lik bir Tesla üretici tasarlamaktır. Bu çalışma, Tesla üretici ile ilgili bütün hesaplamaları ve tasarım aşamalarını içermektedir. Rezonans frekansını tutturabilmek için birincil ve ikincil bobinlerin endüktansları ve kapasiteleri, istenen gerilim ve frekans değerini verecek şekilde hesaplanmıştır. Bir disk ve bir motor ile döner atlama aralığı elde etmek için özel bir tasarım yapılmıştır. Tasarlanan Tesla üretici laboratuarda gerçekleştirilip denenmiş ve çalıştığı görülmüştür.

Abstract

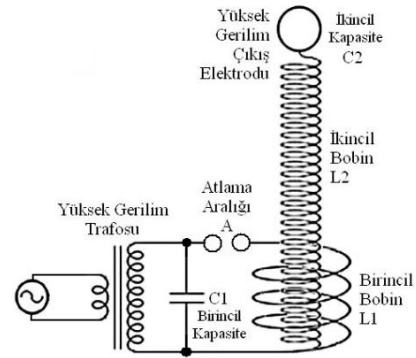
The aim of this study is to design a 300 kV, 150 kHz Tesla coil with an unconventional spark gap. This paper covers all the calculation and design steps. The inductances of primary and secondary windings and their capacitances were calculated according to desired voltage and frequency values. A unique construction for the spark gap was designed using a combination of rotating disk and a motor. After the construction part, Tesla coil was tested in the lab and high voltage generation was observed.

1. Giriş

Günümüzde kullanım amacı çeşitlilik gösteren Tesla bobini, ilk olarak 1891 yılında Sırp asıllı mucit Nikola Tesla tarafından icat edilmiştir. Yüksek gerilim ve yüksek frekans seviyelerinde çalışan bu cihaz, kablosuz veri ve enerji iletimi amacıyla tasarlanmıştır. Tesla üreteçleri, üreteç devresi rezonans duruma geldiğinde yüksek frekanslı yüksek gerilim üreten, hava çekirdekli transformatörlerdir. Tesla üretici birincil ve ikincil devre olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Birincil bobin ve birincil kapasite değerleri birincil kısımda hesaplanması gereken devre elemanlarıdır. İkincil bobin ve çıkış elektrodu tasarımı ise ikincil kısımda hesaplanması gereken devre elemanlarıdır [1-4].

Şekil 1'de bir Tesla üreticinin temel yapısı görülmektedir. Üretecin girişindeki C_1 kondansatörü, örneğin neon trafosu gibi bir yüksek gerilim trafosu aracılığı ile yükseltilebilir gerilim ile doldurulur. Doldurulan kondansatörün gerilimi atlama aralığının gerilimine eşit olduğu anda atlama aralığında atlama olur; yani atlama aralığı kısa devre edilmiş olur. Bu durumda birincil kondansatörle birincil bobin paralel duruma gelir. Bu atlama ile aynı zamanda ikincil devrede, birincil devreden

aldığı enerji ile enerjilendirilmiş olur. İkincil devrede bulunan kapasite ve endüktans, birincil devreyle aynı frekansta rezonansa gelecek şekilde tasarlanır ve devrenin çıkışında bu rezonans frekansına eşit frekanslı yüksek gerilim üretilmiş olur [5-9].



Şekil 1: Tesla üreticinin devre şeması.

2. Tesla Üreteci Tasarım ve Hesap Ölçütleri

Bir Tesla üretici tasarlanırken öncelikle kullanılacak elemanların elektriksel özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Tesla üreticini oluşturan temel bileşenler birincil ve ikincil bobinler, birincil ve ikincil kapasiteler, besleme trafosu ve atlama aralığıdır. İstenilen çıkış gerilimine ve frekansa ulaşabilmek için hesaplar eksiksiz ve doğru yapılmalıdır. Bu bölümde Tesla üretici ile ilgili hesaplar ayrıntılı olarak verilecektir.

2.1. Besleme Trafosunun Seçimi

Besleme trafosu, Tesla üreticine gerekli giriş gerilimini sağlayan elemandır. Tesla üreteçleri genellikle 5-15 kV arası gerilimlerle beslenirler. Üretecin giriş gerilimi olarak çok yüksek gerilimler tercih edilmez. Bunun nedeni artan gerilimle birlikte kondansatörlerde birikecek olan enerjinin büyümesi ve yalıtımın zarar görme riskinin oluşmasıdır. Ayrıca, ikincil tarafta (çıkışta) oluşacak kıvılcımın boyunu giriş trafosunun gücü belirlediği için, bu istenilen özellikleri sağlayacak bir besleme trafosu seçilmelidir.

Tesla bobinlerinde besleme gerilimini sağlamak için genellikle neon trafoları, ateşleme trafoları ve mikrodalga fırın trafoları kullanılır. Neon trafoları, Tesla üretici tasarımlarında sıkça tercih edilen trafolardır. Bunun nedeni kısa devre durumunda

uzun süre çalışmaya uygun olmalarıdır. Genellikle 0,3-1,5 kVA arasında güçte olurlar ve giriş gücü arttırılmak istenirse paralel bağlanılarak istenilen güç seviyesine getirilebilirler.

Tesla üreticinin giriş gücü, çıkışta elde edilmek istenilen kılıvcım boyu ile orantılıdır. Denklem (1) yardımı ile besleme trafosunun gücü belirlenebilir [8].

$$P[\text{watt}] = \left(\frac{l[\text{cm}]}{1,7 \times 2,54} \right)^2 = \left(\frac{l[\text{cm}]}{4,318} \right)^2 \quad (1)$$

Burada l kılıvcımın boyu ve P giriş gücüdür.

2.2. Birincil Kapasitenin Hesabı

Birincil kapasitenin değeri seçilmiş olan besleme trafosunun çıkış gerilimine ve akım değerine göre belirlenir. Seçilecek olan kondansatörün gücü sistemi besleyen transformatörün gücünden büyük olmaması gereklidir. Gücü devrenin ikinci kısmına aktarabilecek maksimum kapasite değeri denklem (2) kullanılarak hesaplanır [8].

$$C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times Z} \quad (2)$$

Burada f Hz cinsinden şebeke frekansı ve Z ohm cinsinden kullanılan transformatörün empedansıdır. Z empedansı, beslemenin I akımı ve U gerilimi biliniyorsa denklem (3) ile hesaplanır.

$$Z = \frac{U}{I} \quad (3)$$

2.3. Birincil Bobin Hesapları

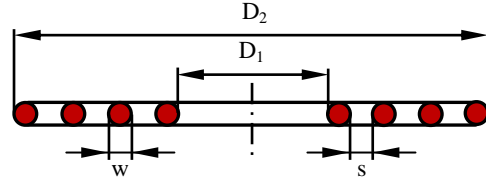
Birincil rezonans devresini oluşturan ikinci eleman birincil bobindir. Birincil bobinin endüktansı hesaplanan birincil kapasite değerine ve rezonansın oluşması istenilen frekansa göre belirlenir. Denklem (4)'de belirli bir kapasite ve endüktans ile oluşturulabilecek rezonansın frekans ifadesi verilmiştir. İstenen rezonans frekansı ve besleme trafosuna göre belirlenmiş olan kapasite değerlerine göre, sistemi rezonansa sokacak bobinin endüktansı denklem (4) yardımıyla hesaplanır [8].

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \times C}} \quad (4)$$

Birincil bobin tasarlanırken dikkat edilmesi gereken birinci şey birincil devrede akan yüksek akım değerlerini taşıyabilecek kesitte ve kalınlıkta iletkenlerin seçilmesidir. Frekans değerleri yüksek olduğu için deri etkisinden dolayı iletkenin tüm kesiti aktif olarak kullanılmayacağı için birinci bobin imal edilirken içi boş iletkenler kullanılır. Birincil bobin az sarımlı olduğu için sarım şekline göre endüktans değeri değişmektedir. Tesla üreticilerinde birincil bobinin yapımında spiral, ters konik ve helisel olmak üzere üç çeşit sarım kullanılmaktadır.

2.3.1. Spiral bobin

Şekil 2'de spiral şekilde sarılmış bir bobin görülmektedir.



Şekil 2: Spiral bobin.

Spiral şekilde sarılmış olan bir bobinin endüktansı (5) ve (6) denklemleri kullanılarak hesaplanır.

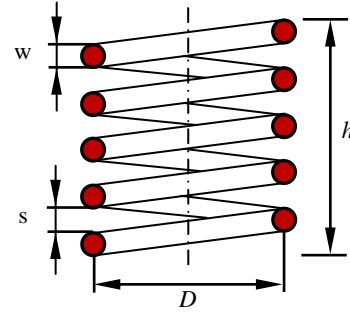
$$L = \frac{n^2 \times A^2}{30A - 11D_1} \quad (5)$$

$$A = \frac{1}{2} [D_1 + n(w + s)] \quad (6)$$

Burada n sarım sayısı, D_1 bobinin iç çapı, w sarım telin çapı ve s sarımlar arası aralıktır. Denklemde kullanılan uzunlukların hepsi inch cinsindedir. Denklem (5)'ten bobin endüktansı L mikro Henry cinsinden bulunur.

2.3.2. Helisel bobin

Helisel sarılmış bir bobinin (Şekil 3) endüktansı; n sarım sayısı, D bobin çapı, $r = D/2$ bobin yarıçapı ve h bobinin yüksekliği olmak üzere (7) denklemi ile hesaplanabilir.

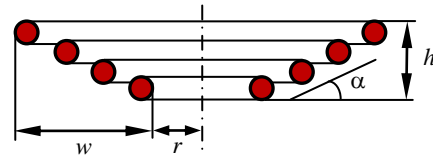


Şekil 3: Helisel bobin (w: tel çapı; s: sarımlar arası aralık).

$$L = \frac{n^2 \times r^2}{9r + 10h} \quad (7)$$

2.3.3. Ters konik bobin

Şekil 4'de görülen ters konik şekilde sarılmış bobin helisel ve spiral sarımların birleşimi olduğu için endüktansı da helisel ve spiral endüktansların ayrı ayrı hesaplanması ile hesaplanır.



Şekil 4: Ters konik bobin.

L_1 ve L_2 sırası ile helisel ve spiral endüktanslar olmak üzere değerleri (8) ve (9) denklemleri kullanılarak hesaplanır.

$$L_1 \cong \frac{(n \cdot r)^2}{9r + 10h} \quad (8)$$

$$L_2 \cong \frac{(n \cdot r)^2}{8r + 11w} \quad (9)$$

Ters konik bobinin endüktansı ise denklem (10) ile hesaplanır.

$$L = \sqrt{(L_1 \sin \alpha)^2 + (L_2 \cos \alpha)^2} \quad (10)$$

Denklemlerde n bobinin sarım sayısı, r bobinin ortalama yarıçapı, h bobinin yüksekliği, w bobinin ilk ve son sarımları arasındaki uzaklık ve α ise bobinin yatayla yaptığı açıdır (ters koniklik açısı).

2.4. İkincil Bobinin Hesapları

İkincil bobin, devrenin akımının küçük geriliminin ise yüksek olduğu kısımdır. Akım küçük olduğu için birincil bobinden farklı olarak çok daha ince iletkenler kullanılır. İkincil bobinin gerilimi yüksek olduğundan yalıtımının çok iyi olması gereklidir. İkincil bobin tasarımı bobinin boyu (sarım uzunluğu) ile bobinin çapı arasındaki orana dikkat edilerek yapılır. Sarım uzunluğu genellikle bobin çapının 4 ile 6 katı olacak şekilde ayarlanır. İkincil bobin tasarımına birincil devreyi beslemek için kullanılacak trafonun gücü göz önüne alınarak başlanır. Yapılacak bobinin çapı giriş gücüne göre belirlenir. Giriş gücü arttıkça bobinin çapının genişlemesi gerekir. Bobin çapı belirlendikten sonra bobinin uzunluğu, bobin çapı ve uzunluğu arasındaki oran yardımıyla belirlenir. İkincil bobin helisel sarıma sahip olduğu için belirlenen boyutları ve seçilen iletken yarıçapına göre sahip olduğu endüktans değeri denklem (7) ile hesaplanır.

2.5. İkincil Kapasite Hesapları

İkincil kapasiteyi, ikincil bobinin öz kapasitesi ve çıkış elektrodunun kapasitesi belirler. İkincil bobinin C_{2a} öz kapasitesi

$$C_{2a} = 0,01 \times h + 0,062 \times r \quad (11)$$

denklemden yararlanarak hesaplanır.

Diğer kapasite bileşeni, çıkış elektrodunun kapasitesidir. Tesla üreteçlerinde çıkış elektrodu olarak toroid (halka) veya küre şeklinde elektrotlar kullanılır. Kullanılan bu iki tür elektrot için elde edilecek kapasite değerleri farklıdır.

Dış çapı d_1 , kesit çapı d_2 olan toroid şeklindeki çıkış elektrodunun kapasitesi denklem (12) ile hesaplanır.

$$C_{2b} = 1,4 \times \left(1,278 - \frac{d_1}{d_2}\right) \sqrt{0,00155\pi d_2 (d_1 - d_2)} \quad (12)$$

Yarıçapı R olan boşluktaki bir küresel elektrodun kapasitesi ise denklem (13) yardımıyla hesaplanır.

$$C_{2b} = 4\pi\epsilon \times R = 4\pi\epsilon_0 \epsilon_r \times R \quad (13)$$

Sonuç olarak ikincil kapasite, bobinin öz kapasitesi ve çıkış elektrodunun kapasitesinin toplamından oluşur ve değeri

$$C_2 = 0,9(C_{2a} + C_{2b}) \quad (14)$$

denklemden hesaplanır.

2.6. Atlama Aralığı

Temel olarak Tesla üretecinde kullanılan atlama aralığı birincil kısımdaki bobin ile kapasite değerini birbirine bağlayan bir anahtar olarak kullanılır. Aralıkta atlama meydana geldiği zaman birincil taraftaki kondansatörde depolanan enerji, birincil bobine aktarılır. Atlama kesildiği zaman ise birincil bobin üzerinde biriken enerji kablosuz olarak ikincil bobine aktarılır ve Tesla üretici çalışır.

Atlama aralığı, uygulanacak giriş geriliminde atlama oluşacak şekilde tasarlanır. Giriş gerilimine uygun seçilmeyen atlama aralıkları kullanıldığında atlamaların gücü yani Tesla üreticinin gücü düşük olur. Atlama aralığı tasarımı değişik şekillerde yapılabilir. Bunlardan en çok kullanılanları sabit ve hareketli atlama aralıklarıdır.

Döner atlama aralığında karşılıklı elektrotlardan biri hareketli iken diğeri ise sabittir. Hareketli kısım bir motor tarafından belirli bir hızla döndürülür. Dönme sırasında hareketli kısımdaki elektrotlar sabit kısımdaki elektrotlarla karşılıklı geldiklerinde atlama oluşur ve sistem çalışır. Burada tasarlanması gereken en önemli konu atlama olabilmesi için elektrotların karşılıklı geldikleri anda kondansatörün dolmuş olmasıdır. Bu yüzden dönüş hızı iyi ayarlanmalıdır. Eğer motorun dönüş hızı ya da atlama aralığı mesafesi iyi ayarlanmazsa gerilim düzeyinin çok fazla yükselmesi olasıdır.

Hareketli diski döndürmek için genellikle ufak güçlü doğru akım motorları tercih edilmektedir. Döner bir tahrik sistemi ile oluşturulan atlama aralığında saniyedeki atlama sayısı (BPS) hesabı, (15a, b, c, d) denklemleri ile hesaplanabilir.

$$v_r = C \times \frac{RPM}{60} = \pi \times D_r \times \frac{RPM}{60} \quad (15a)$$

$$T_{on} = \frac{D_e}{v_r \times n_e} \quad (15b)$$

$$T_{off} = \frac{C/n_e}{v_r} - T_{on} \quad (15c)$$

$$BPS = \frac{1}{T_{on} \times T_{off}} \times n_e = \frac{v_r}{C} \times n_e \quad (15d)$$

Burada v_r rotor hızı (inch/saniye), RPM motorun hızı (devir/dakika), C rotorun çevre uzunluğu (inch), D_r rotor çapı (inç), T_{on} elektrotlar üzerinden geçen akımın süresi, T_{off} akımın kesik olduğu süre, D_e elektrotların eksen çapı ve n_e rotorda bulunan elektrot sayısıdır.

3. Tesla Üreticinin Gerçeklenmesi

Üreteç genel hatlarıyla birincil bobin, birincil kapasite, ikincil bobin ve ikincil kapasiteden oluşmaktadır. Bu elemanların değerleri bir önceki bölümde verilen hesaplara göre hesaplanmıştır. Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra malzemeler temin edilip Tesla üretici imalatına geçilmiştir.

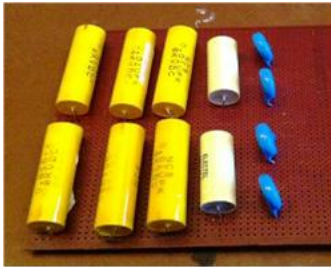
Hesaplamalar sonucu elde edilen değerlere göre; 12,5 cm çapında, 1 metrelik borunun çevresine 0,4 mm çapında bakır tel 1700 tur sarılmıştır. Tamamlanmış ikincil bobin Şekil 5'de görülmektedir. Tesla bobininin verimli çalışabilmesi için hesaplamaların çok hassas yapılması gerekmektedir bu yüzden

borunun çapı et kalınlığı ile birlikte 13 cm olarak alınmıştır. Sarım yapılan borunun alt ve üst kısımlarından 10'ar cm yalıtım boşluğu bırakılmıştır. Bu şekilde, (7) denkleminde 56,18 mH değerinde endüktans elde edilmiştir. Ayrıca sarılan bobinin öz kapasitesi (11) denkleminde hesaplanmış ve 12,03 pF olarak bulunmuştur. Sarımı gerçekleştirilen ikincil bobin, 90 cm çapındaki bir tahta tablanın ortasına yerleştirilmiştir.



Şekil 5: İkincil bobin.

Birincil kondansatörün kapasite değeri hesaplanırken neon trafosunun çıkış gücü ve gerilimi göz önüne alınmıştır. Bu hesaplanan kapasite değeri, rezonans koşulunu sağlaması bakımından çok hassas bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Hesaplanan değeri tam olarak karşılayabilecek tek bir kondansatör bulmak çok zor olduğundan değerleri birbirinden farklı birden çok kondansatörün seri ve paralel bağlanmasıyla istenen kapasite değeri elde edilir. 10 kV, 600 VA'lık bir neon transformatörü tarafından beslenebilecek kondansatörün kapasitesi (2) denkleminde 19,099 nF olarak hesaplanmıştır. Bu değeri ve gerilim seviyesini yakalayabilmek için birbirine paralel dört kapasite oluşturulmuştur. İlk iki paralel kol 10 nF'lık 6 tane kondansatör seri olarak bağlanmasından oluşturulmuştur. Üçüncü kol ise 6,7 nF'lık iki kondansatör kendi arasında seri bağlanması ile elde edilmiştir. Son paralel kol 4,7 nF'lık kondansatörlerden 4 tanesi birbirine seri olacak şekilde bağlanmış ve tüm kollardaki gerilim düzeyleri 16 kV olarak tasarlanmıştır. Kondansatörlerin boşalmasını hızlandırmak için her birine paralel olarak şekilde 1 mega ohm değerinde dirençler bağlanmıştır. Elde edilen birincil kapasite Şekil 6'da görüldüğü gibi bakırsız pertinaksın üzerine yapılmıştır.



Şekil 6: Birincil kapasite.

Kondansatörleri doğru gerilimle beslemek için tam dalga köprü doğrultucu kullanmak uygun bir çözümdür. Tek bir diyotla yarım dalga doğrultmak verimi düşürmek anlamına gelmektedir. Tam dalga köprü doğrultucu tasarlamak için 16

kV, 35 mA değerinde 8 adet diyot temin edilmiştir. 8 adet diyot kullanılmasının nedeni; temin edilen diyotların dayanabileceği akım değerinin, kullanılan neon trafosundan çekilen akım değerinden küçük olmasıdır. Bu nedenle köprü diyotun 4 kolundan her birine 2 adet diyot bağlanmıştır.

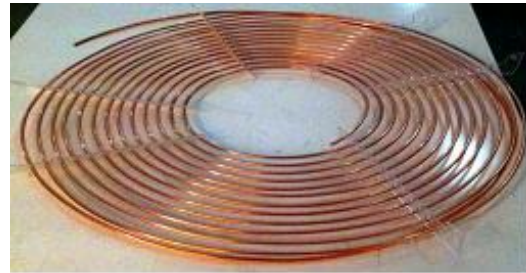
Tasarlanan Tesla üreticinde, ikincil kondansatörün kapasitesi iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan ilki, ikincil bobinin öz kapasitesidir. Bu değer, önceki kısımlarda hesaplanmıştı. İkinci bileşen ise kullandığımız çıkış elektrodunun kapasitesidir. Çıkış elektrodu olarak iç yarıçapı 45 mm, dış yarıçapı 220 mm olan bir toroid bulunmuş ve alüminyum ile kaplanmıştır. Yapılan çıkış elektrodu Şekil 7'de görülmektedir. Bu elektrodun kapasitesi ise (12) denkleminde 9,307 pF olarak hesaplanmıştır. İkincil bobinin kapasitesi ile birlikte ikincil devrenin toplam kapasitesi (14) denkleminde 19.20 pF olmaktadır.



Şekil 7: Toroid biçiminde çıkış elektrodu.

Birincil bobinin değerini hesaplamak için, birincil devre için rezonans koşulu yazılmıştır. İstenilen frekans değerinde rezonansa girecek birincil bobinin endüktansı (5) denkleminde 62,04 µH olarak bulunmuştur. Spiral olarak sarılacak olan birincil bobin için 6 mm kalınlığında, içi boş bakır iletkeni kullanılmıştır. Yapılan hesaplar doğrultusunda istenilen endüktans değerine ulaşabilmek için ortalama yarıçap 206 mm ve sargı genişliği 176 mm, sarımlar arası genişlik 1 cm olacak şekilde 12 sarım yapılmıştır.

İletkenin düzgün bir şekilde sarılabilmesi ve dağılmasını önlemek amacıyla pleksiglas malzemeden destekler yapılmıştır. 6 adet 30 cm uzunluğunda pleksiglas malzemeye 1'er cm arayla iletkenin geçebileceği 13 delik açılmıştır. Ayrıca toprak sargısını yerleştirebilmek için diğerlerinden 1 cm yüksekte olacak şekilde bir delik daha açılmıştır. Destekler tamamlandıktan sonra 6 mm'lik tel, en içteki deliklerden başlanarak dışa doğru, destekler döndürülerek desteklerin içerisine yerleştirilmiştir. Sarma işlemi tamamlandıktan sonra destekler, tahta malzemeden kesilmiş 90 cm çapındaki tablaya aralarında 60 derecelik açı olacak şekilde yapıstırılarak birincil bobin Şekil 8'de görüldüğü gibi tamamlanmıştır.



Şekil 8: Spiral sarılmış birincil bobin.

Döner atlama aralığının avantajı, motorun devir sayısı ile plak üzerindeki kutup sayısına göre atlama sayısının kontrol edilebilmesidir. Döner bir plaka üzerindeki elektrot ile sabit elektrot karşılıklı geldikleri anda atlama olayı meydana gelmektedir.

Tasarımı gerçekleştirilecek döner tahrik sistemi için hızı ayarlanabilir 220 V gücünde bir fan motoru kullanılmıştır. Motorun miline yerleştirilmek üzere, pleksiglas malzemeden yarıçapı 7 cm olacak şekilde bir disk kullanılmıştır. Motorun miline yerleştirilen bu diske, aralarında 90°'ar derece açılı olacak şekilde 4 adet elektrot yerleştirilmiştir. Elektrot olarak ise başı yarım küre şeklinde olan civvata kullanılmıştır. Döner sistemin tam karşısına, aralarındaki uzaklık, hareketli elektrotların açıklığı kadar olacak şekilde 2 adet sabit elektrot yerleştirilmiştir. Bu durumda daha önceden düşünüldüğü gibi döner elektrotlarla sabit elektrotlar karşılıklı geldikleri anda atlama olayı gerçekleşecektir. Motorun giriş gerilimi bir ayarlı gerilim kaynağı tarafından beslendiğinde motorun hızı yani atlama sayısı istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Şekil 9'da gerçekleştirilen hareketli atlama aralığı görülmektedir.



Şekil 9: Döner atlama aralığı.

Tesla üreticinin elemanları ayrı ayrı yapıldıktan sonra birleştirme aşamasına geçilmiştir. İlk olarak besleme transformatörüne köprü doğrultucu kısmı bağlanmıştır. Birincil kapasite, doğrultucunun uçlarına bağlanmıştır. Hareketli atlama aralığı birincil kapasite ile birincil bobin arasına yerleştirilip birincil devre montajı tamamlanmıştır. İkincil devrede ise bobinin bir ucu çıkış elektrotuna (ikincil kapasiteye) birleştirilmiştir. İki devre arasında fiziksel bir bağlantı bulunmamaktadır. Endükleme olabilmesi için ikinci devre (kondansatör ve bobin) birincil bobinin ortasına iletkene her noktadan eşit mesafe kalacak şekilde yerleştirilip montaj Şekil 10'da görüldüğü gibi tamamlanmıştır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada gerekli hesaplamalar ve optimizasyon yapılarak, hareketli atlama aralığına sahip, çıkış gerilim değeri 300 kV, frekansı ise 150 kHz olan bir Tesla üreticinin yapım aşamaları anlatılmış ve gerçekleştirilmesi yapılmıştır. Sabit atlama aralığı yerine döner atlama aralığının tercih edilmesi ile, yüksek gerilim çıkışlarındaki boşalmaların frekans ve genliklerini daha iyi ayarlandığı görülmüştür. 300 kV, 150 kHz'lik bir üreteç tasarlanmak istense de; ikincil bobinin ve birincil kapasite değerlerinin istenildiği gibi elde edilemediği için 315 kV, 146 kHz'lik bir üreteç ortaya çıkmıştır. Sistemin tam

verimde çalışması halinde çıkış elektrodundan 100 cm civarında kıvılcım boyu çıkması beklenmektedir. Fakat hesaplanan kıvılcım boyu ve sistemin verimi yüksek olmasına rağmen gerçekleştirme esnasında istenilen düzeyde kıvılcım boyuna ulaşamamıştır.



Şekil 10: Gerçeklenen 300 kV, 150 kHz Tesla üretici.

5. Kaynaklar

- [1] Tilbury, M., "The Ultimate Tesla Coil Design and Construction Guide", McGraw-Hill, USA, 2008.
- [2] Dencic, M., "Tesla Transformer for Experimentation and Research" Helsinki University of Technology, Finland, May 2001.
- [3] Hoffmann, C. R. J., "A Tesla Transformer High-Voltage Generator", Rev. Sci. Instr., Vol. 46, No. 128-135, June 1975
- [4] Kelly J., "Tesla Coil Theory", 2008
- [5] Özkaya, M., "Yüksek Gerilim Tekniği, Cilt II", Birsan Yayınevi, İstanbul, 2005.
- [6] Akpınar S., "Yüksek Gerilim Tekniğinin Temelleri", Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Trabzon, 1997.
- [7] Uncuoğlu, E., Kalenderli, Ö., Kuntman, H., "Transistör Tetiklemeli Tesla Bobini Tasarımı ve Yapımı", Elektrik, Elektronik, Bilgisayar, Biyomedikal Mühendisliği 13. Ulusal Kongresi, Ankara, s. 301-304, Aralık 2009.
- [8] Kalenderli, Ö., "Bir Tesla Üreteci Tasarımı ve Yapımı", İTÜ, İstanbul, 2008.
- [9] Gürleyük, S. S., Taşkın, H., Saraç, Z., "Measurement of the parameters and the resonance frequency in semiconductor controlled Tesla transformer", Electrical Power and Energy Systems, No. 43, pp. 6–10, 2012.