

Merhaba Değerli Radyo Amatörleri.

Türkiye şartlarında şanslı sayılabilecek bir amatörüm. 10-15-20 ve 40M bandları için kule üzerinde bir yağı antenim, WARC bandları için de AT130 tunere bağlı bir delta loop antenim var.

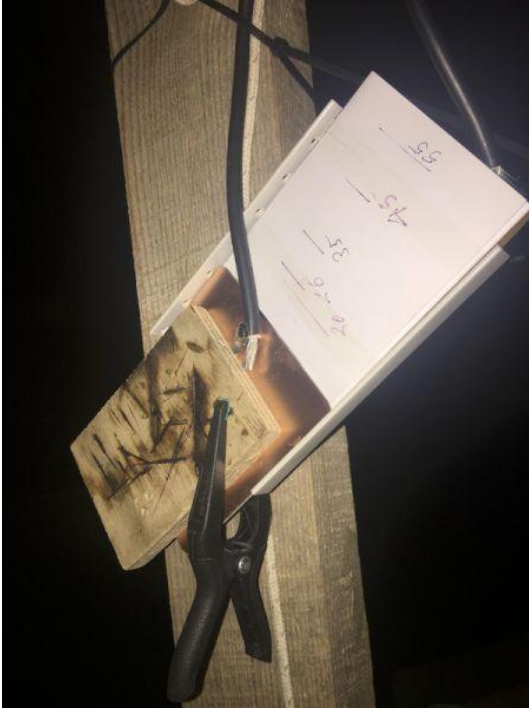
Buna rağmen rahat dur(a)mayıp hep merak ettiğim magnetic loop antenlerden (ki kısaca MLA diyeceğim bundan sonra) bir tane yapıp denemek istiyordum. İlk önce biraz teorik araştırma yapıp konuyu “demlenmeye” bırakmıştım. Ta ki TA4LYL Yiğit Kaynak’ın “MLA nedir? Nasıl yapılır” yazısını okuyana kadar.

Yazı adeta beni yattığım kış uykusundan uyandırdı ve kolları sıvayıp bir deneme yapmaya karar verdim. MLA macerama başlamadan önce MLA’ların en kritik bileşeni olan ayarlı kondansatör maceramdan biraz bahsetmek istiyorum. Bunun için çoğunlukla ayarlı vakum kondansatör kullanılıyor. Sebeplerini yazının içinde yer yer anlatmaya çalışacağım. Ama bir özet olarak, yüksek gerilime dayanıklı olması, üzerinden yüksek RF akımlarını akıtmaya elverişli olması, hava şartlarından etkilenmemesi gibi avantajlarını sayabilirim. Fakaat. Evet işin bir de fakat kısmı var. Özellikle Türkiye’de bu meretleri bulmak, bulunsa bile alabilmek her amatörün harcı değil. Nitekim önceleri ben de alamadım. Alamayınca da hemen amatör işi bir ayarlı kondansatör yapmanın yollarını araştırmaya başladım.

Yapacağım antenin sonucunun nasıl olacağını bilemediğim için ilk olarak eldeki malzemeleri kullanarak en ucuzundan işi halletme yoluna gittim ve bakırlı pertinax levhaları üst üste koyup birbiri üzerinde kaydırmak suretiyle bir ayarlı kondansatör yapmayı denedim. Şöyle bir şey yaptım:



Hatta kapasiteyi arttırmak için bir ara araya karton falan da koydum :)



Bu yaptığım ilkel ayarlı kondansatör en azından bir fikir verecek kadar çalıştı. Hatta bu haliyle bir QSO bile yaptım. Fakat anteni istenilen frekansta rezonansa getirmek çok zor oldu.

Aldığım bu ümit verici neticenin ardından boşta duran bir anten tunerin içindeki hava aralıklı ayarlı kondansatörü söküp ilkel kondansatörün yerine bağladım.



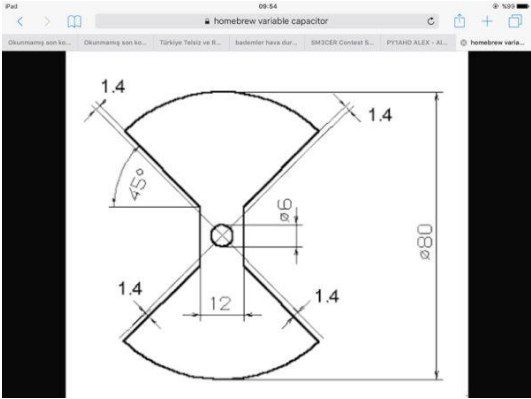
Bunu bağlayınca, ilk yaptığım ilkel kondansatörle ayar yaparken neden zorlandığımı anladım. Kapasitenin çok minik değişimlerinde bile antenin rezonans frekansı o kadar fazla oynuyordu ki, böyle ilkel bir kondansatörle anteni istediğim frekansta rezonansa getirebilmiş olmamın, tamamıyla tesadüf olduğunu fark ettim. Tabii bu kondansatör, ilkinde göre biraz daha başarılı oldu.

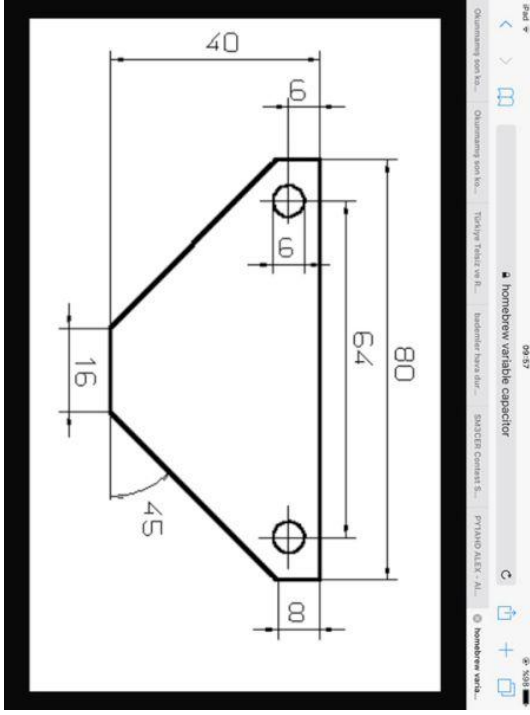
Kondansatör konusunda bu aşamaları kat edince, biraz daha gaza gelip kendi kondansatörümü üretmenin yollarını aramaya başladım. Zira bu kondansatör aşağıdaki tunere aitti ve hem tuneri kaybetmek istemiyordum, hem de böyle bir anten yapmak isteyebilecek başka amatörler için de bir çözüm yolu bulmak istiyordum.



İnternette araştırarak yabancıların butterfly cap dedikleri, Türkçemize de bire bir çevirisiyle geçmiş olan hava aralıklı kelebek kondansatör yapımına giriştim.

İlk olarak internette şu aşağıdaki çizimleri buldum:





Gidip bir lazer kesimcide 1mm kalınlığında alüminyum plakadan 100 takım kestirttim. Esasen piriç malzemeden kestirtmek istiyordum ama, lazer tezgahıta piriç kesilince yansımada otürü lazer lenslerinin ömürleri çok kısalıyormuş. O yüzden lazerci piriç kesmek için bana 2 yol önerdi: Ya bir tezgâhın lenslerinin ömrünü tamamlamaya yakın olacağı bir zamanı beklemek veya bir takım lens parasını benden tahsil etmek. İkisi de benim için uygun olmadığından, alüminyuma razı oldum. Kesimden gelen kelebek kondansatör parçaları:



Fakat kesilen parçaların yüzeyleri oldukça pürüzlüydü:



Malumunuz, RF'te elektron kardeşlerimiz iletkenin tamamını değil, sadece yüzeyinin belli bir derinliğe kadar olan kısmını kullanıyorlar (deri etkisi (skin effect)). Arkadaşlar yolda zahmet çekmesinler diye parçaları tek tek fırçaya tutup biraz parlattım.



Cila olarak şunu kullandım:

Bu cilayı esasen paslanmaz parlatmak için almıştım zamanında ama elimde bu vardı. Alüminyum için daha uygun bir ürün var mıdır açıkçası araştırmadım.

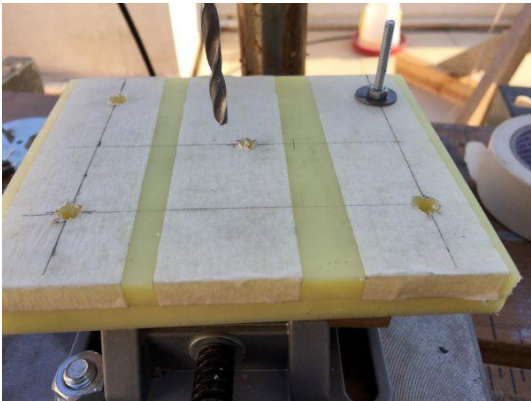
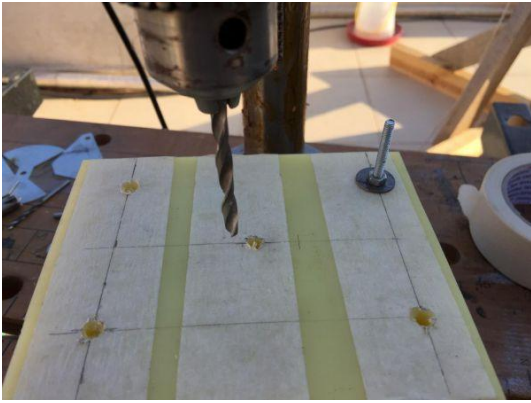


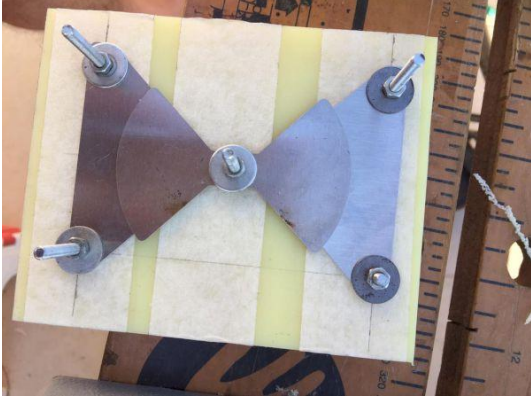
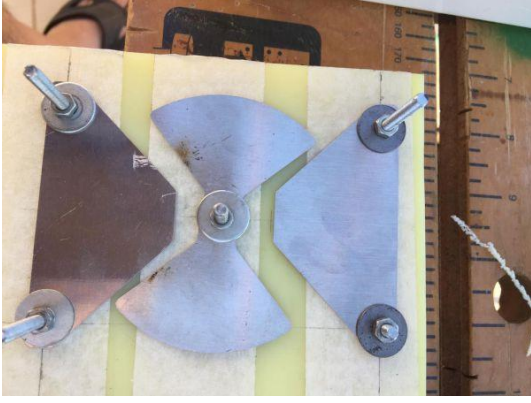
Ve sonuç:



Alt-üst izole parçalar için elimde 10mm kestamid parçalar vardı. Onları kullandım. Reklamcılardan temin edilebilecek polikarbon (plexiglas) levha da pek ala kullanılabilir.







Plakaların arasında eşit mesafe bırakmak amacıyla otomatçıya alüminyum borudan 5mm boyunda parçalar kestirtmişim:



Ve başladım kondansatörü dizmeye. Böyle devasa bir ucube çıktı ortaya:





Yukarıdaki fotoğraftan da görüleceği üzere, araya koyduğum alüminyum boru parçaları pek istediğim sonucu vermedi. Sebebine gelince: bir kere çalıştığım otomatçının ya tezgahı yeterince hassas değildi veya usta yeteri özeni göstermedi. Parçalar tam istediğim gibi eşit uzunlukta gelmedi. İkincisi de benim hatam oldu. İşi ucuza çıkartmak için çapak temizliğine gerek yok demiştim. Fakat o çapaklar da parçaların hem düzensiz yerleşmesine hem de aralarda kalarak kalınlık yapmasına sebep oldular. Şimdi eminim herkesin kafasında bu ucubenin min ve max kapasite değeri ne oldu sorusu dolaşıyordur. Cevabını hemen vereyim, bilmiyorum :). Esasında ölçmüş ve fotoğraflarını da çekmiştim fakat ölçüm yaptığım kapasitemetrenin bir arızası oluşunu işin sonuna yakın fark edince (Hatalı ölçüm yaptığımı anlayınca tamir ettim ama iş işten geçmişti.), elde ettiğim sonuçları burada paylaşmayı uygun görmedim.

Alüminyum yüksüklerden istediğim sonucu alamayınca, bu defa araya somunlar koyarak bir deneme daha yaptım:



Bu kondansatörü uzaktan kontrol edebilmek için şöyle bir motor edindim:



Motorun verileri şöyle:

- Çalışma gerilimi: 12V DC
- Hız (yüksüz): 32 RPM

- Redüksiyon oranı: 1000:1
- Boşta çektiği akım: 100mA
- Zorlanma akımı: 800mA
- Zorlanma torku: 9 kg-cm
- Boyutlar: 10 × 12 × 26 mm
- Ağırlık: 9.5gr
- Şaft çapı: 3mm D tipi şaft

Sonra bunun milini kelebek kondansatöre bağlamak için bir ara parça yaptım:







İlk başta kestamid parçayı (sarı olan) kebek kondansatörün miline doğrudan bağlamayı düşünmüştüm. O yüzden diğer tarafına M5 diş çekmişim ama sonra kondansatördeki yüksek gerilimden etkilenmesin diye biraz daha uzağa koymak istedim ve böyle bir gecekondu uzatma yaptım. Ne de olsa deneme yamulma yapıyoruz burada :)



Eh iyi kötü kondansatör maceramızın sonuna geldik. Bundan sonraki denemelerde hep bu kondansatörü kullandım. Kimi zaman plakaları azalttım, kimi zaman yanına başka kondansatör ilave ettim. Ama son hali şöyle bir şey oldu:



Gelelim hatalara ve ip uçlarına:

Birinci hata: İnternette bulduğum kelebek kondansatör çizimlerinde gijonların geçeceği delik çapları 6mm olarak verilmişti. Çok biliyorum ya, "M5 gijon olur yea" deyip oraları 5.2mm olarak değiştirdim. M5 piriç gijon kullanınca mekanik olarak pek sağlam olmadığını, özellikle rotorun esnediğini fark ettim. Sonradan plakalardaki delikleri teker teker büyütüp M6 gijon kullandım. İkinci hata ve ip ucu: Alüminyum yüksükler yalan olunca araya somun koydum demiştim ya, eğer o somunları somun olarak kullanır ve her birini tek tek sıkmaya kalkarsanız, hem çok el alıyor, hem de ne yaparsanız yapın tam ekseninde sıkamıyorsunuz. İlla bir tarafa doğru çarpılıyor. Gijonları M6 ile değiştirdikten sonra da araya somun koydum ama, sadece iki uçtakiler gerçekten somun. Araya koyduklarımın tamamını 6.5mm matkapla delerek dişlerini sildim. Yani aradakiler işlev olarak otomatçıya kestirdiğim alüminyum yüksükler gibi oldu. Bir farkla, somunlar daha düzgün bir tezgahtan çıktığı için toleransları çok daha azdı. Bu şekilde kondansatörü toplamak ve bütünlüğünü bozmadan sıkıştırmak daha kolay oldu.

Evet, kondansatör konusunu şimdilik kaydıyla burada sonlandırıyorum. İleride ayarlı vakum kondansatörler konusuna biraz gireceğim.

FAZ

1:

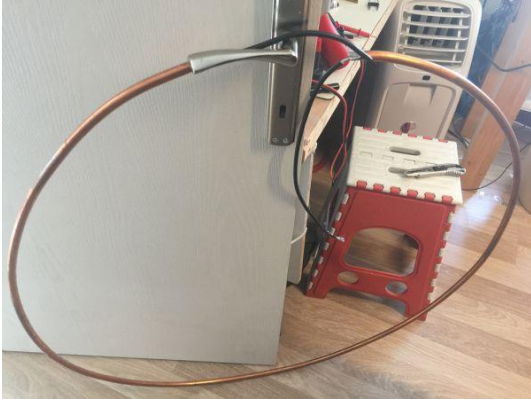
12M

MLA:

TA4LYL, yukarıda linkini verdiğim yazısında anteni oldukça detaylı anlatmış zaten. Bana da uygun bir kopya yapması kalmıştı. Başlangıçta boyutları küçük olsun diye 12M bandı için bir anten hesapladım. Kendim hesaplamadım haa. İnternette MLA hesabı yapan bi dolu site var. Elimde başka bir projeden kalma biraz ½" bakır boru vardı.



Ondan elimden geldiği kadar düzgün bir daire yapmaya çalışarak şöyle bir büyük halka yaptım:



Gene TA4LYL Yiğit Beyin tavsiyesine uyarak kondansatöre gidecek kabloları büyük halkaya lehimledim.



Küçük halka olarak ilk önce böyle bir şey yapmıştım:



Ama bunun iyi olmadığını düşünüp sonra buna döndüm:





Esasen ilk halkayla da çalışması gerekirdi. Fakat swr 'yi bir türlü istediğim seviyeye indiremeyip kabahati halkada bulmuştum. Kabahat tamamıyla benden kaynaklanıyormuş. Bir kere küçük halkanın pozisyonu min swr 'yi etkiliyor. İkincisi ben kondansatörü yeterince hassas ayarlayamıyormuşum (henüz motoru takmamıştım ama elle de beceremiyormuşum). Her neyse sonradan olayın çok hassas ayar gerektirdiğini anladım.

Bu şekilde bile birkaç QSO yaptım. Bu derme çatma haliyle bile sonuçlar epey umut verici olunca işe biraz daha ciddiyetle eğilip benim en çok işime yarayacak 80M bandı için ne yapabilirim diye araştırmalara başladım.

Faz 2. İlk 80M MLA denemesi:

80M bandı için verimi kabul edilebilir bir anten için büyük halkanın çapının 3m falan olması gerekiyor. Gözünüzde canlanması için şöyle söyleyeyim: bu çap, oturduğumuz binalardaki bir kat yüksekliğine denk geliyor. Haliyle böyle bir halkayı yapmak zor, hadi onu geçtim, ayağa kaldırmak, fırtınalarda korumak neredeyse imkansız. Üstelik benim bu büyüklükteki bir lendumu konumlandırabileceğim yerim yok. Hoop gelsin internet . Araya taraya çok halkalı mag. loop'lara ulaştım. Şu amatörün videolarını izlemenizi öneririm:

https://www.youtube.com/watch?v=jd43_BVAsqE&app=desktop

<https://www.youtube.com/watch?t=4s&v=cu-SQ-OEVkM&app=desktop>

Yukarıdaki videolardan faydalanarak ve "bir Amerikalının boyu şu kadar olsa, anten adamın şurasına geliyor, çapı bu kadardır" falan gibi hassas! ölçülerle elde kalan son borulardan yeni bir büyük halka baktım:



Aralara PPRC borulardan kestiğim 10'ar cm'lik parçalardan koydum.



Bu noktada 2 önemli bilgi eksikliğim vardı. Birincisi halkalar arası mesafe ne olmalıydı?. İkincisi ise küçük halkanın çapı ne olmalıydı?

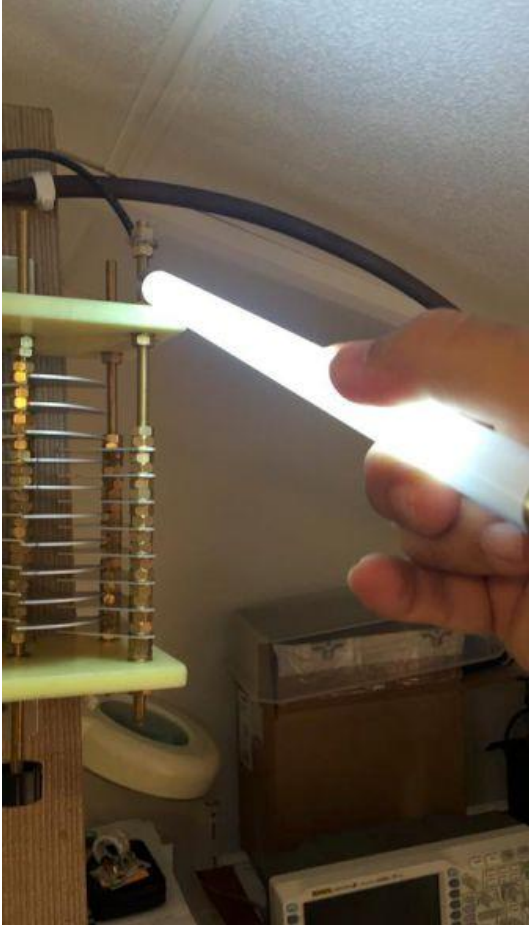
Her iki soruyu da videoların sahibi K1GMM'a sordum. Sağ olsun cevap da verdi ama çok açıklayıcı bir şeyler yazmamıştı. Sadece halkalar arası mesafe için 2" (yaklaşık 5 cm) denediğini ve başarılı olduğunu yazmış. İnternette yaptığım araştırmalarda da bu mesafenin epey tartışmalı olduğunu gördüm. Hatta Amerikan deniz kuvvetlerinin çok halkalı MLA'lar üzerinde araştırmalar yaptığını ve halkalar arası mesafe konusunda henüz somut bir sonuca ulaşamadıklarını söyleyenler bile var. Küçük halkanın boyutu için de hala bilimsel bir açıklama bulamadım. Fakat çok halkalı bir ticari antende, küçük halkanın çevresinin, tek bir büyük halkanın çevresinin 1/5'i olduğunu bulabildim. Halkalar arası mesafe bilgisi geldiğinde artık pprc boruları kesmiş ve ilk multi turn magnetic antenimi odanın içine kurmuştum bile.



Yaptığım denemelerde anten mevcut kondansatörle 80M'de rezonansa gelemedi. İlk önce kelebek kondansatöre paralel 75pf/5000V seramik kondansatör bağladım. Bu şekliyle rezonansa geldi. Fakat 10-

15W'ta bile seramik kondansatörler ısınıyordu. Isınınca da değeri değıştiği için antenin rezonans frekansı kayıyor, dolayısıyla da swr yavaş yavaş yükseliyordu. Hemen seramikleri söküp yerine 1 metre kadar RG213 kablo bağladım. Sonra kısalta kısalta kelebek kondansatörün max kapasiteye yakın civarda çalışacağı bir boya getirdim (neden max kapasiteye yakın bir değeri tercih ettiğime ileride değineceğim). Bu şekliyle 80W CW denedim. Gayet başarılı biçimde çalıştı. Hatta bu CW QSO'dan yeni bir dxcc aldım :) Fakat 80W'ın üzerinde plakalar arasında ark yapmaya başladı. Buyrun antenin çalışma fotoğrafları:





Etkileyici değil mi :)

Yalnız 70-80W FT8 çalışırken ilave kapasite olarak eklediğim RG213, ucundan tutuşuverdi. Bayağı, bildiğiniz alev alev yanmaya başladı. Tam o esnada yetişip fotoğrafını çekemedim (panikle söndürmeye uğraşıyordum) ama söndürdükten sonraki durum buydu:



Bu antenle odanın içinden pek çok 80M QSO'su yaptım. Eh artık iyi kötü bir şeyler de öğrenmeye başlamışken dışarıda çalışabilecek "gerçek" bir magnetic loop anten yapmanın zamanı geldi deyip sıvadım kolları.

Faz 3. Gerçek 80M MLA:

Yazının başında da değinmiştim. Bu antenlerin en önemli bileşeni ayarlı kondansatör. Bu yaptığım kondansatörle ev içi şartlarında fena olmayan sonuçlar aldım. Fakat bunu dışarı kurunca havanın nemi, yağmur, kar bütün işleri alt üst edebilirdi. Aklımda birkaç fikir vardı aslında. Bunlardan biri kondansatörü su geçirmez bir kutuya (IP65 koruma sınıfında bir pano mesela) koymak. Böyle bir önlem tamam yağmurdan falan korur ama gene de havadaki nem değişimleri sonucu hem kondansatörün max çalışma voltajı değişir hem de kapasitesi değişir. O halde bu iyi bir fikir değildi. İkinci fikir, kondansatörü komple trafo yağının içine batırmak, böylelikle hem max çalışma voltajını önemli bir ölçüde yükseltmek, hem aradaki dielektrik malzeme değişeceği için kapasitesini arttırmak, hem de hava şartlarından tam izole etmek mümkün olabilecekti. Hatta araştırmalarım sırasında bir amatörün, trafo yağına gerek olmadığını, sentetik motor yağının da güvenle kullanılabileceğini yazdığını da okudum. Bir yandan da TA4SO Şadan hocama da danışarak bir çıkış yolu bulmaya çalışıyordum kii, mucize gibi bir şey oldu ve bir ayarlı vakum kondansatör

olasılığı

çıktı.

Hemen burada yazıya kısa bir ara verip, ayarlı vakum kondansatörler konusuna da bir parantez açarak yüzeysel de olsa birkaç şey yazmanın iyi olacağını düşünüyorum.

Çoğu amatör için ayarlı vakum kondansatörün min-max kapasite değeri ve max çalışma voltajı yeterli verilerdir. Fakat ne yazık ki, kazın ayağı öyle değil(miş). Şimdi böyle yüksekten yüksekten "hımm bakın bu böyledir" tonunda yazıyorum ama, çok yakın zamana kadar benim için de ayarlı vakum kondansatörler yukarıda yazdıklarımın fazla bir şey ifade etmiyordu. Kimse alınmasın yani. Bu ayarlı vakum kondansatörlerin tamam bir min-max kapasite değeri var da, başka parametreleri de var.

Hadi gelin bakalım ne numaralar varmış ayarlı vakum amcalarda :)

Bir kere fiziksel özelliklerine kabaca göz atmak lazım. Kimi ayarlı vakum kondansatörler var ki 5-6 kilo. Sonra bunların kendi kendine soğuyanları var, içinden bir sıvı/gaz geçirilerek soğutulanları var. Bunları da göz önünde bulundurmak lazım. Ama bence en önemli kıstaslar şunlar:

- Max çalışma voltajı: Bir kere burada firmalara göre değişen ufak bir üçkağıt var. Jennings marka mesela bu konuda daha açık. "AC Test Voltage" ve "RF Working Voltage" diye konuyu ikiye ayırmış ve kataloglarında her iki değeri de veriyor.

o AC Test Voltage: Kondansatörün max 60 Hz frekanslı bir AC gerilim altındaki dayanabileceği max. gerilimi;

o RF Working Voltage: Bu ise kondansatörün çalışabildiği RF frekansındaki dayanabildiği gerilimi ifade ediyor.

Amaan bana ne kim neye dayanırsa dayansın demiyorsanız eğer, satıcının verdiği değer hangisi olduğunu sormalısınız. Zira örnek olması açısından Jennings CVHD-25-45S üretim koduna sahip 6.5-25 pf aralığındaki bir kondansatörün Test voltajı 45kV iken, RF working voltajı sadece 27kV. Bu kondansatörler çoğunlukla 2. el satıldıkları için satıcı göz boyamak için bu kondansatöre 45 kV yazsa başı ağrımaz. Ama bizim için de bir anlam ifade etmez. Tabi bunu alıp 60 HZ'de kullanmayacaksak 9

- Max current: İşte zurnanın zırt dediği bir nokta daha. Kondansatörün üzerinden geçebilecek maximum akım. Magnetik loop anten hesaplayan hemen bütün programlar, size büyük halkadan, dolayısıyla da kondansatörden kaç amper akım geçeceğini de söylüyor. İyi de burada da şöyle bir, hatta iki incelik var: Kondansatörün üzerinde veya katalogunda yazan max akım

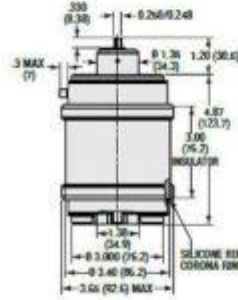
o Hangi frekansta?

o Hangi kapasite değerinde?

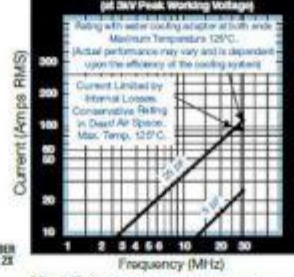
Bunun için Jennings'in katalogundan demin sözünü ettiğim kondansatöre ait birkaç grafiği ekliyorum:

PRODUCT NUMBER	CAPACITY RANGE (pF)	VOLTAGE PEAK (KV)		CURRENT AMPL. (RMS) MAX.	INCHES LENGTH	NOM. DIMENSIONS		MILLIMETERS DIM.	TORQUE (IN. LBS.) MAX.	DIRECT PULL (LBS.) MAX.	NOM. WEIGHT
		TEST	WORKING			DIAM.	LENGTH	DIAM.			
CVHD-25-45S	6.5-25	45	27	109	6.07	3.65	154	93	2.5	85	5 lb.
CVHD-25-50S	6.5-25	50	30	117	6.07	3.65	154	93	2.5	85	5 lb.
CVHD-25-55S	6.5-25	55	33	125	6.07	3.65	154	93	2.5	85	5 lb.
CADC-30-7.5S	3-30	7.5	4.5	15	4.62	1.30	117.34	33.27	1.5	20	5 oz.
CADC-30-10S	3-30	10	6.0	16	4.62	1.30	117.34	33.27	1.5	20	5 oz.
CADC-30-15S	3-30	15	9.0	17	4.62	1.30	117.34	33.27	1.5	20	5 oz.
CADD-30-0107	3-30	7.5	4.5	18	4.12	1.30	104.65	33.27	1.3	20	6.2 oz.
CADD-30-0110	3-30	10	6.0	20	4.12	1.30	104.65	33.27	1.3	20	6.2 oz.
CADD-30-0115	3-30	17.5	10.5	30	4.12	1.30	104.65	33.27	1.3	20	6.2 oz.

CVHD-25

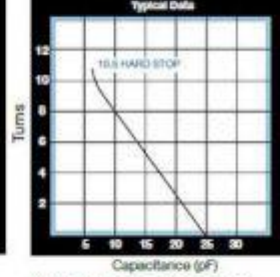


Continuous RMS Amperes vs Frequency



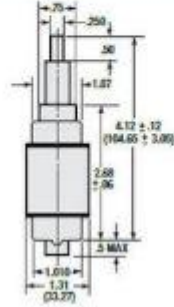
Mounting: Both ends have tapped holes.

Capacity vs Turns

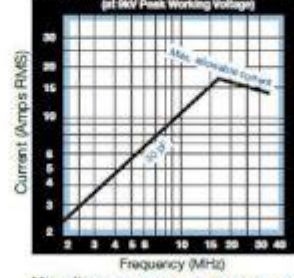


6X M5 Thread on 2.360 B.C.; 6X M4 Thread on 2.360 B.C.; Both Ends.

CADC-30

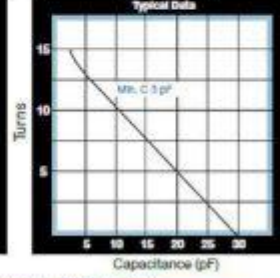


Continuous RMS Amperes vs Frequency



Mounting: Use Jennings No. 112304 fuse clip, or soldered-on flange types: CADC30-XXD1834 (flanges on both ends); CADC35-XXD1833 (fixed end flange only).

Capacity vs Turns



Birinci grafikten göreceğiniz gibi, CVHD-25, 20MHz frekansta kapasite minimum değeri olan 5pF' a ayarlıyken üzerinden yaklaşık olarak 15A akım geçirebilirken, kapasite maximum değer olan 25pF' a çıktığında birden 70A geçirebilmeye başlıyor. Hani kelebek kondansatörde max kapasite civarında çalışmaya gayret ettiğimden bahsetmişim ya. İşte sebebi buydu ;)

Bir de bir alttaki grafiğe bakalım. Buna göre de CADC-30 üretim kodlu kondansatör max akımını yaklaşık 17MHz'de geçirebiliyor. Ee biz 80M için bu kondansatörü kullanmak istersek ne olur? Bakalım hemen grafiğe. O da ne ancak 4 amper falan geçirebiliyoruz. O da maximum kapasite değerindeyken haa. Ama katalogda 15 amper yazıyoo. İşte sevgili kardeşim, anlamadan dinlemeden pazardan salatalık seçer gibi kondansatör alırsan, yandı gülüm keten helvaaa.

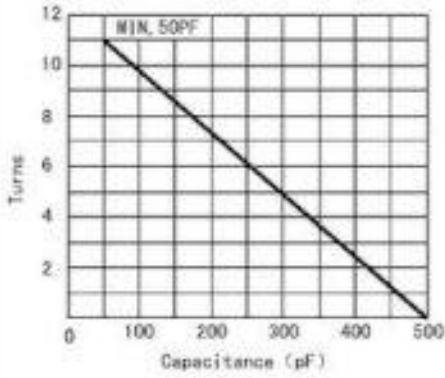
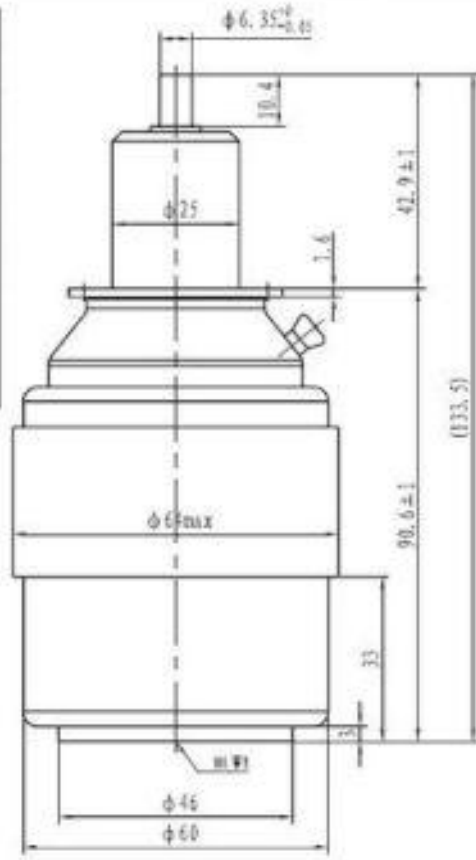
- Gene fiziksel özellikler sınıfında sayabileceğimiz, kondansatörün milini kaç tur çevirdiğimizde kapasite ne kadar değişecek, bu mili çevirmek için ne kadar torca ihtiyacımız var (bunlar şüphesiz motor seçimi için önemli parametreler), veya linear actuator kullanırsak ne kadar bir kuvvetle çekmemiz gerektiği gibi bir takım gereksiz! bilgiler de var.

Jennings, ayarlı vakum kondansatörler konusunda isim yapmış oldukça güvenilir bir firma. Haksızlık olmasın diye bir veri sayfası da GLVAC firmasından: (Verdiğim modeller her iki marka için de rast gele seçilmiştir. Kimseye subliminal mesaj falan vermiyorum yani:))

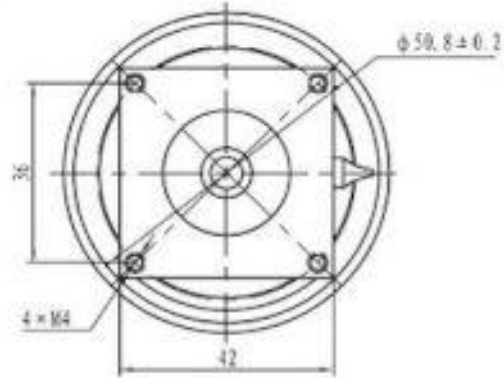
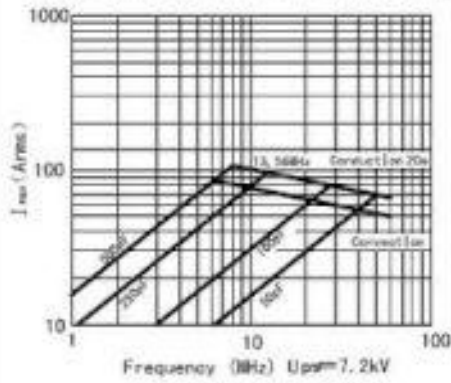
Data-Sheet-Variable Vacuum Capacitor
CKTB500/8. 4/94



Specification:	
Capacity C_{max} (nominal)	500pF
Capacity C_{min} (nominal)	50pF
Voltage (Peak Test U_{pt} /Peak Working U_{pw})	12kV/7.2kV
Capacity tolerance (Linear Range)	10%
Max. Current I_{max} at 13.56MHz with	94Arms
Conduction Cooling	20W
Capacitance per turn	42.1pF/turn
Torque	$\leq 0.2Nm$
Net Weight	0.7kg



I_{max} at ambient and 125 °C surface temp. for convection and conduction (20w) cooling



Ayarlı vakum kapasiteler için açtığım bu sıkıcı parantezi kapatmadan kendime not olarak öğrendiklerimi sıralamak istiyorum:

Bir ayarlı vakum kondansatör seçme şansım olsa:

- Kapasitesi, hesaplanan kapasite için uygun bir model;
- Max akımını, çalışmayı planladığım frekansta verebilen bir model;

- Hesaplanan kapasite civarında üzerinden akabilen max akımı, hesaplanan teorik max akımdan büyük bir model;
- Max RF working voltajı, hesaplanan voltajdan büyük bir model;
- Fiziksel özellikleri (ağırlık, büyüklük vs) uygun bir model seçerdim.

Ama Türkiye’de yaşadığımı unutmayıp, bulabildiğimi aldım :) Her neyse, Ayarlı vakum kondansatör konusunu burada kapatıp konuya döneyim.

Ne diyordum. Bir mucize oldu ve sayın TA2GC Engin Turan Bey elindeki hiç kullanılmamış bir ayarlı vakum kondansatörü bana devretme lütfunda bulundu :) Kargolara güvenemediğim için hemen bir otobüse atlayıp İstanbul’a gittim ve 1 saat sonraki otobüsle de geri döndüm :)

Bu fotoğrafı dönüş otobüsünde sırt çantamın içinden çektim :)



Eve döner dönmez çalışmaları hızlandırdım. İlk olarak küçük bir servet ödeyerek :($\frac{3}{4}$ " çapında yeni bakır boru aldım. Neden önceki denemelerde kullandığım $\frac{1}{2}$ " çapı değil de bu çapı tercih ettiğime gelince: İleride bir yerde, gene sıkıcı bir parantez açıp biraz teoriye girince sebebi zaten ortaya çıkacak. İmkan olsa 2"hatta 4" kullanırdım. Ne kadar kalın, o kadar iyi yani. İşin benim için en sorunlu tarafı bu kondansatörü kontrollü olarak döndürmek ve max-min değerlere ulaştığında da güvenli bir biçimde durdurabilmektir. Artık sahip olduğum ayarlı vakum kondansatör (Engin Beye buradan bir kere daha teşekkür ediyorum) min kapasiteden max kapasiteye 24 turda ulaşıyor. Yani kondansatör milinin gayet yavaş bir biçimde bir yöne 24 tur dönüp durmasını sağlayacak bir düzenek yapmak lazım. Bu iş için bir step motor kullanabilirdim. Fakat yüksek RF voltajı altında step motorun ve kontrolcüsünün fazlaca elektronik olduğunu ve hata yapabileceğini düşündüğümünden step motor seçeneğini eledim. Geriye redüktörlü bir motor ve mekanik çözümler kaldı. İnternette epeyce uygun bir motor aradım. Piyasadaki redüktörlü motorların neredeyse hepsi Çin malı. Bunlara da güvenemeyince atladım arabaya ve Urla sanayi sitesine gittim. Parçacılara derdimi anlatmak tabi biraz zor oldu. Adamlara en ufak ve en yavaş dönen silecek motoru soruyorum, hangi araba için diyorlar doğal olarak :(Neyse sonunda bir satıcıyla kimyamız tuttu da bir motoru gözüm kesti ve aldım. Motorun üretim kodu şu:



Kendisi, 70'li yıllarda üretilen Tofaş araçların silecek motoru imiş.

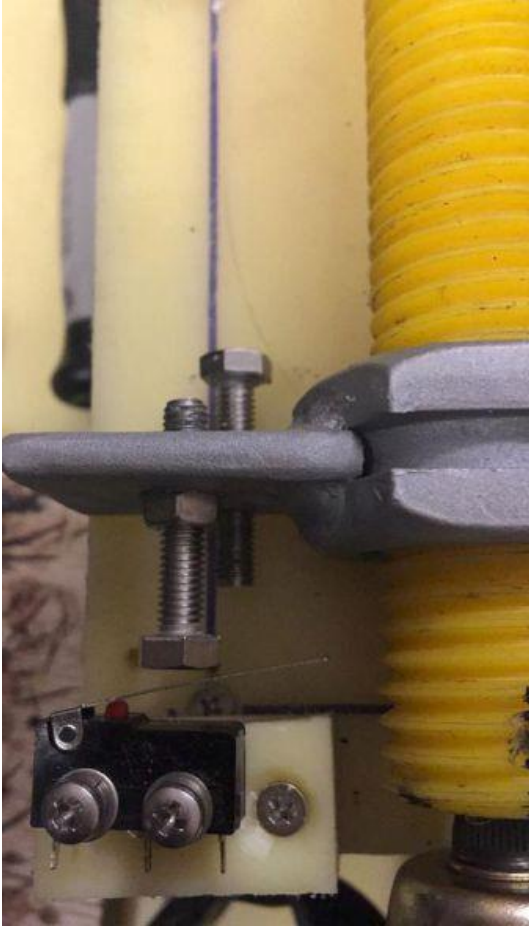
Sonra tuttum tornacının yolunu. Kestamidden şöyle bir parça işlettim:



Parçanın boyu 200mm, üzerine de M22 diş çektirttim. Standart M22 dişin hatvesi 3mm. Yani bu parçaya takılan bir somun 1 tur döndürüldüğünde 3mm ilerleyecek. Veya başka türlü söylersek, mil 1 tur döndüğünde üzerindeki somunun dönmemesi durumunda, somun 3mm ilerleyecek. Özetle şöyle bir düzenek kurdum:



Somunun üzerine kaydattırdığım 2 kulak sayesinde, mil döndüğünde somun dönmüyor ve ileri geri hareket ediyor. Her bir turda 3mm. 24 turda 72mm. Kulakların en alt ve en üst noktalarına ikişer adet minik sınır anahtar koydum. İkişer adet koymamın sebebi, kullandığım motorun gereğinden fazla güçlü olması ve sınır anahtarın hata yapıp devreyi kesmemesi durumunda ayarlı vakum kondansatöre bir zarar gelmesinden korkmamdı. Her bir sınır için ikişer adet kullanıp normalde kapalı kontaklarını birbirine seri bağladım ki devreyi biri açmazsa diğeri açsın. Sınır anahtarların ittirilmesi için de kulaklara delikler delip M5 diş çektim. Üzerlerine kontra somunlu M5 civata taktım. Böylelikle hassas ayar yapabilir oldum. Şöyle ki:



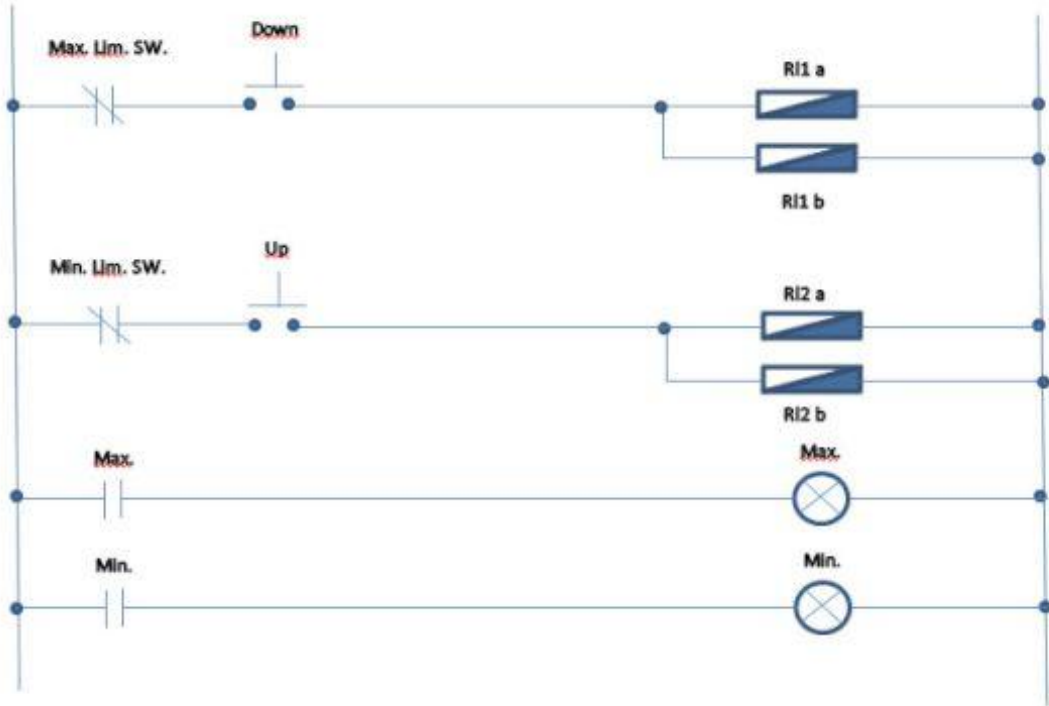
M22 kestamid milin silecek motoruna bağlanacak kısmına tornacıda delik deldirip diş çektirmiştim. Fakat ne olur ne olmaz diye motorun çıkış milini eğeyle D haline getirip:



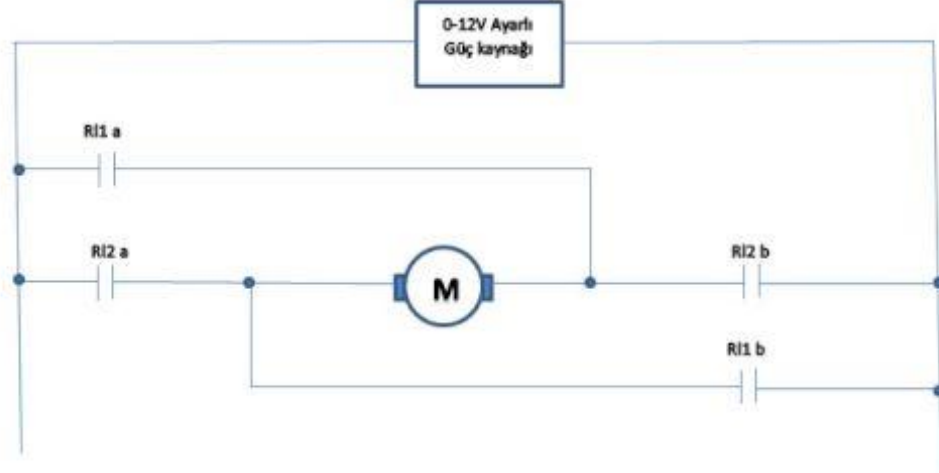


M22 mili bu kertiğe gelen yere delik delip M3 diş çektim ve bir m3 vidayla mili sabitledim. İş kaldı kontrol kutusunu yapmaya:

Bu kontrol devresi:



Bu da güç devresi:



0-12V ayarlı güç kaynağı kullanma sebebim, motora 12V altında gerilimler uygulayarak daha yavaş dönmesini sağlamak, bu sayede kondansatörün daha kontrollü ayarlayabilmek içindi. Ayarlı güç kaynağı olarak şöyle bir şey vardı elimde. Oturup sıfırdan yapmaya üşendiğimden bunu kullandım:



Yanlış anlaşılmasın. Bu kendine gelen gerilimi PVM metoduyla kontrol eden bir devre. Bunu, bir 12V switch mod güç kaynağı besliyor.

Kontrol kutusunun bitmiş hali:



Sistemin genel çalışmasını gösteren kısa 2 video çekmişim. Göz atmak isterseniz lütfen aşağıdaki linklere tıklayınız:

<https://www.youtube.com/watch?v=FjzUHm3l1n4&feature=youtu.be>

<https://www.youtube.com/watch?v=TjAbnqatlCg&feature=youtu.be>

Yukarıdaki videolarda görünen tüm sistemi, IP65 bir panonun içerisine monte ettim ki sevgili ayarlı vakum kondansatörüm ıslanmasın, üşümesin :)

Eh kutu işini de iyi kötü hallattığımızı göre sıra geldi anteni kurup denemelere. İlk olarak 3/4" bakır borudan, çapı yaklaşık 155-160 cm olacak şekilde 3 turlu yeni bir anten büküm.



Anten için elimde başka bir işten kalma 5X10 kalaslarla şöyle zerafet abidesi! bir taşıyıcı yaptım:



Ve antenimiz yerine asıldı, panonun montajı yapılıyor:



Halkaları sabitleyen pprc ara parçaların montajı ve anten-ayarlı vakum kondansatör arası bağlantılar da bitti:





Şimdi bu noktada bir şeyin dikkatinizi çekmiş olduğunu ümit ediyorum :) Neyse fark etmeyenler için açıklamasını ileride yapacağım;)

Panonun iç bağlantıları:

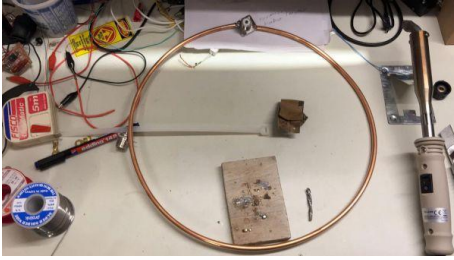


Kontrol, güç ve anten kablosunun görünüşü. Bir hususa dikkatinizi çekmek istiyorum. Buradaki küçük halka, daha önceki denemelerimde kullandığım halka ve yeni antenin boyutlarına göre biraz ufak. Montajı yaptığım gün hava oldukça soğuk ve rüzgârlıydı. Yorgunluk ve üşümeden dolayı gerçek küçük halkayı takmaya enerjim kalmamıştı. Ama denemeden de olmazdı tabi. Onun için eski halkayı eğreti takıverdim :)

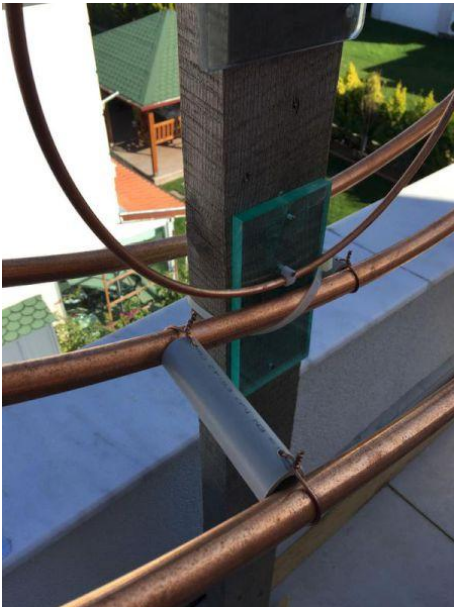
Kabloları nihayet istasyondan içeri alabildim:



Bir de bunları cihazlara kadar götürdüm müydü, ilk denemeyi yapabileceğim. Biraz uğraştan sonra kabloların çekilmesi, yerleştirilmesi falan bitti. İlk denemeler pek başarılı sayılmazdı. En iyi ayarda bile swr 4:1'den aşağı düşmedi. Aslında az çok böyle bir sonuç bekliyordum. Çünkü küçük halka, olması gerekenden epey küçüktü. Fakat bu şekilde bile (swr'yi tunerle düzeltip) qso'lar yaptım. Ertesi gün için ¼" bakır borudan yeni bir küçük halka imal ettim:



Ve yerine taktım:



Bu işlemi yaparken bir de iyileştirme yaptım antende. İlk montajda büyük halka doğrudan ahşaplara

temas ediyordu. Yağmur yağdığıında ıslanan ahşap iletken olacağından altlarına 5mm polikarbonat plakalar kesip koydum.

Şu anda anten 80M'de tam olarak 1:1 swr ile çalışıyor. Dinlemesi LW antenime göre müthiş iyi. Göndermesi de iyi olsa gerek ki geçenlerde bir New Zelanda istasyonu bile aldım 9 Antenin ayarlaması şu şekilde yapılıyor:

Önce çalışacağımız frekansta telsizimizi dinliyoruz. Kontrol kutusundan Up veya Down tuşlarıyla ayarlı vakum kondansatörün değerini değiştiriyoruz. Telsizden gelen ses bir yerde artmaya başlıyor. Burası antenin rezonansa gelmeye başladığı yer. Ses giderek artıyor artıyor bir maksimum yapıp tekrar düşmeye başlıyor. İşte maksimum sesin geldiği o nokta antenin rezonansa geldiği nokta. Fakat tabi bunu kulakla anlamak pek mümkün değil. Bu ayarı yakaladıktan sonra artık telsizi düşük güçte TX'e geçirip (AM, FM CW gibi sabit taşıyıcısı olan bir modda tabi) swr'ye bakarak biraz ileri, biraz geri yaparak en düşük swr'nin olduğu nokta bulunuyor. Ben kaba ayarı yaparken motoru 5-6V civarında bir gerilimle besliyorum (daha fazlasını verince motor fazla hızlı dönüyor. Rezonans noktasını kabaca bile bulmak zor oluyor). İnce ayar için de 2.5-2.7V civarına ayarlıyorum güç kaynağını. Gayet iyi kontrol ediliyor.

Biraz da teori:

Eveet, buraya kadar fotoroman tadında geldik. Bundan sonrası sıkıcı bilgiler sokağının kuytu-karanlık köşeleri:

Yazımın muhtelif yerlerinde internette MLA hesabı için kıyamet gibi hesap programları/siteleri olduğundan bahsetmiştim. Fakat ne yazık ki benim bulabildiğim bütün yazılımlar hep tek halkalı MLA'lar için yapılmış. Neyse arayan derviş misali sonunda çok halkalı MLA'lar için olan formülleri (en azından bir kısmını) bulabildim. Hesaplar için iki ana formülümüz var. Bir tanesi antenin yayılım direnci (RR), diğeri de kayıp direnci (RL). Bakalım nasılmış bu formüller:

Yayılım direnci RR (Radiation Resistance):

$$RR = ((177 * N * S) / (\lambda^2))^2 (\Omega)$$

N: Büyük halkanın tur sayısı.

S: Büyük halkanın alanı (m²)

λ: Çalışılacak frekansın dalga boyu (m)

Not: Formül içerisinde üst simge gözüme hoş görünmediği için karesi anlamında ^2 sembolünü kullandım.

Kayıp direnç RL (Loss Resistance):

$$RL = \rho * l/A (\Omega)$$

ρ: Büyük halkanın yapımında kullanılan materyalin öz direnci. (Ω mm²/m) Bakır için: 0.0176 Ω mm²/m. Diğer metaller için öz direnç değerleri internette bulunabilir.

A: Büyük halka için kullanılan iletkenin (borunun) faydalı kesiti (mm²)

Hoppalaa dediniz değil mi :) Nereden çıktı bu faydalı kesit. Baştan söyleyeyim, bu terimi ben uydurdum. Bu elektron kardeşlerimiz düşük frekanslarda (KHz'lere kadar) ve DC'de iletkenlerin tüm kesitini

kullanırken, frekans arttı mıydı onlara da bir haller olup artık iletkenin yüzeyinden yüzeyinden akmaya başlıyorlar ya. Sonuç olarak bu kardeşlerimiz, iletken bilek kalınlığında dolu malzemeden bile olsa, sadece yüzeye yakın kısımlarda seyahat ediyorlar. Buna deri etkisi (skin effect) deniyor. Frekans yükseldikçe, elektronlar daha da yüzeyden gittiği için deri etkisi artıyor ve artık kullandığınız iletkenin dolu olmasının hiçbir önemi kalmamaya başlıyor. İnternette, elektronların frekansa göre yüzeyin ne kadar derinini kullandığını (skin depth) hesaplayan siteler var. Ben şu siteyi kullandım:

<http://www.rfcafe.com/references/calculators/skin-depth-calculator.htm>

Açılan sayfadaki hazır dolu gelen alanlar (Resistivity ve Relative Permeability) zaten bakır için verilmiş. Diğer metaller için aynı sayfadaki " table of materials " linkine bakılabilir.

Bu sıkıcı bilgiden sonra iletkenin faydalı kesitini artık hesaplayabiliriz:

$$A = \zeta * \text{Skin depth (mm}^2\text{)}$$

ζ : Büyük halkada kullanılan iletkenin çevresi (mm)

Skin depth: E anlattık ya canım.

Peki şimdi elimizde ne var? RR ve RL. Ve bunlar antenimizin verimini hesaplamaya yetiyor.

Anten verimi:

MLA'larda anten verimini TA4LYL Yiğit Bey gayet güzel açıklamış. Eğer verim konusunda bir tereddüt varsa lütfen Yiğit Beyin yazısını bir kere daha okuyunuz.

$$\%eff = (RR/(RR+RL)*100)$$

Verimlilik formülünü incelediğimizde, verimi yükseltebilmek için kesirin paydasını olabildiğince paya yaklaştırmamız, yani RL kayıp direncini olabildiğince küçültmemiz gerekiyor. Yiğit Bey yazısında bütün bağlantıların lehimli (veya kaynaklı) olması gerektiğini üstüne basa basa tekrar etmişti ya. İşte sebebi bu. RL kayıp direncini olabildiğince düşürmek için.

Meraklısına biraz daha derinlere inelim bakalım.

Antenin endüktansı:

$$L = 0.06234 * l * [7.353 \text{ Log } (((8000 * l)) / (\pi * d)) - 6.386] \text{ (}\mu\text{H)}$$

l: Büyük halkada kullanılan toplam iletken boyu (m)

d: Büyük halkada kullanılan iletkenin (borunun) çapı (mm)

Endüktif reaktansı:

$$XL = 2 * \pi * f * L \text{ (}\Omega\text{)}$$

f: Frekans (MHz)

L: Antenin endüktansı (μH)

Ayar için gerekli kapasite:

$$C_T = 1 / (2 * \pi * f * X_L) * 10^6 \text{ (pf)}$$

f: Frekans (MHz)

X_L: Endüktif reaktans (Ω)

Kalite faktörü (Q):

$$Q = X_L / (2 * (R_r + R_l))$$

R_r: Yukarıda hesaplamıştık ya hani (Ω)

R_l: Bunu da hesaplamıştık (Ω)

Band genişliği:

$$\Delta f = f / Q * 1000 \text{ (KHz)}$$

f: Frekans (MHz)

Q: yukarıda hesapladığımız kalite faktörü

Kondansatör üzerinde oluşacak gerilim:

$$V_c = \sqrt{(P * X_L * Q)} \text{ (V)}$$

P: Verici çıkış gücü (Watt)

X_L: Yukarıda hesapladığımız endüktif reaktans (Ω)

Q: Yukarıda hesapladığımız kalite faktörü.

Her şey nasıl da birbirine bağlı görüyor musunuz?

İşte internetteki o anlı şanlı MLA hesaplayan programlar da bu formülleri kullanıyor.

İnce hesaplar:

Gelelim benim antendeki ince mevzuya. Hani montaj esnasında bir şey dikkatinizi çekti mi demiştim. Hatırladınız mı?

Hadi bir de ip ucu vereyim:



Gördüğünüz gibi antenin ayarlı kondansatöre giden her bir bağlantısını 3 adet çok telli (NYAF) kablo ile yaptım. Bunun sebebini açıklamak için öncelikle benim antenimin spec'lerine (ay çok havalı oldu burası :))bakmamız lazım.

Sizleri yeniden formüllere boğmadan doğrudan sonuçları yazacağım (sonrasında yeteri kadar hesaba boğulacaksınız garantisiz var :)

$$RR = 0.02 \Omega$$

$$RL = 0.128 \Omega$$

Verim formülünü hemen hatırlayalım: $\%eff = (RR/(RR+RL)*100)$

Benim antenin verimi :

$$\%eff = \%13.51$$

Ama burada bir eksiklik var. Antenin kayıp direncini hesaplariken büyük halkanın iki ucundan ayarlı kondansatöre giden bağlantıları hesaba katmadık. Tamam kısa ama gene de yok sayamayız. Kısa dediysem, gene de her bir uç için 30 cm'den toplamda 60 cm ediyor.

Elimde bir 4 mm², bir de 6 mm² NYAF kablo vardı. Üşenmedim oturdum her bir kablodaki tel sayısını saydım, tel çaplarını hem ölçerek hem de hesaplayarak çıkarttım. Sonra 60 cm'lik hem 4 mm², hem de 6 mm² kablo için RL değerlerini çıkarttım. Sonuçlar aşağıda:

Kablo çapı	İçindeki tel adedi	Bir telin çapı
4 mm ²	72 Ad	0.266 mm
6 mm ²	176 Ad	0.208 mm

4 mm² 60 cm NYAF kablo için RL hesabı:

Veriler:

$$d = 0.266 \text{ mm} \diamond \phi = 0.83566 \text{ mm}$$

$$\text{Skin depth @3.5 MHz} = 0.035 \text{ mm}$$

Hemen faydalı kesit formülümüzü hatırlayalım:

$$A = \phi * \text{skin depth}$$

1 tek tel için faydalı kesitimizi hesaplayalım:

$$A1(@4mm^2) = 0.83566 * 0.035$$

$$A1(@4mm^2) = 0.0292481 \text{ mm}^2$$

Şimdi de 4 mm² NYAF kablodaki tek 1 tel için RL hesabını yapalım. Nasıldı formülümüz:

$$RL = \rho * l/A (\Omega)$$

ρ : Bakır için: 0.0176 Ω mm²/m idi hatırlarsanız.

$$RL1 (@4mm^2) = 0.0176 * 0.60/0.0292481$$

$$RL1 (@4mm^2) = 0.3610 \Omega$$

4 mm² kabloda 72 adet tel olduğuna göre, bunu birbirine paralel bağlı 72 adet 0.3610 Ω direnç gibi düşünebiliriz. O halde 60 cm'lik bir kablonun kayıp direnci:

$$RL (@4mm^2) = 0.0050146 \Omega \text{ olur. Bu değer bir köşede dursun.}$$

Aynı adımlarla gene 60 cm uzunluğunda 6 mm²'lik kablonun kayıp direncini hesaplırsak (korkmayın adım adım yazmayacağım)

$$RL (@6mm^2) = 0.0026234 \Omega \text{ olur.}$$

Hadi şimdi bu kayıp dirençlerini de hesaba katarak aynı boydaki (60 cm) birer adet 4 mm² ve 6 mm² kabloyla antenin verimi ne olacak hesaplayalım:

Antenin RR = 0.02 Ω ve RL = 0.128 Ω olduğunu biliyoruz.

$$\%eff(4mm^2) = (RR/(RR+(RL+RL(4mm^2)))*100)$$

$$\%eff(4mm^2) = (0.02/(0.02+(0.128+0.0050146))*100)$$

$$\%eff(4mm^2) = \%13 (\%0.51 \text{ kayıp})$$

$$\%eff(6mm^2) = (RR/(RR+(RL+RL(4mm^2)))*100)$$

$$\%eff(6mm^2) = (0.02/(0.02+(0.128+0.0026234))*100)$$

$$\%eff(6mm^2) = \%13.28 (\%0.23 \text{ kayıp})$$

Kablolardaki kaybı hesaba katmadanki verim %13.51di. Zaten yerlerde sürünen verimden biraz daha kaybetmemek için ben 3'er adet 6mm² lik kablo kullandım. Bu şekildeki verim:

$$\%eff(3X6mm^2) = \%13.43 (\%0.08 \text{ kayıp}) \text{ oldu. Tabi teorik olarak.}$$

Şimdi "ama eklenen 60 santimlik kablolar da büyük halkanın bir parçası değil mi. RR hesabında niçin işin içine katılmadı?" dediğinizi duyar gibiyim. O kadar az etki ediyor ki, ihmal ettim. İnanmayan hesaplasın :)

Bitti yaa. Buraya kadar okuduysanız sağ olun var olun.

de TA3MHA op Ateş

01/01/2018 Urla