

# Süperheterodin Almaçlarda Akord Elemanlarının Tayini İçin Bir Usûl

Yazan :  
Sungur PAMtB  
Elek. Yük. Müh.  
TRT

## Özet

Süperheterodin almaçlarda radyo frekans ve lokal osilatör devrelerinin rezonans frekansları aynı olmadığından almaç hangi frekansa akord edilirse edilsin bu iki frekans arasındaki farkı sabit tutmak için akord elemanlarının hesaplanmasında bazı güçlüklerle karşılaşılır.

Akord ve izleme elemanlarının hesaplanması için elkitablarında verilen formüller çok karışıktır. Makalede anlatılan usul ile, özellikle simetrik değişken akord kondansatörü kullanıldığında bu elemanların değerlerini çok daha kolay hesaplamak mümkün olmaktadır.

## Summary:

in superheterodyne receivers, resonance frequencies of radio frequency and local oscillator circuits are not the same; therefore in order to keep the difference between these two frequencies constant some difficulties are faced in calculation of the tuning elements.

The formulas presented in handbooks for calculation of tuning and tracking elements are too cumbersome. With the method presented in this article calculation of the values of these elements becomes much more easier especially when symmetrical variable tuning condensators are used.

## Giriş

Almaçların genellikle tek bir düğmeye kumanda edilerek akordlanması istenir. Bu ise, bobin ve değişken akord kondansatörünün yanında izleme elemanları adı verilen trimer veya pader kondansatörlerine ihtiyaç yaratır, izleme elemanlarının r. f. katına (yani anten devresine) yahut da lokal osilatör katına ilâve edilmesi almaçın supradin veyahut İfradin tipinde olmasına bağlıdır.

İzleme elemanlarını ihtiva edecek devrenin minimum frekans uç frekans oranı (yani  $\frac{f_{\text{min}}}{f_{\text{maks}}}$  oranı) daha az olacaktır, çünkü bu elemanların mevcudiyetinden dolayı değişken kondansatörün kapasitesi toplam kapasitenin sadece bir kısmı olacaktır. Eğer almaç supradin tipinde, yani  $f_{\text{of}} = f_{\text{of}} - f_{\text{mt}}$  ise izleme elemanları osilatör devresinde olacaktır, çünkü  $f_{\text{of}} f_{\text{ant}}$ 'e nazaran daha az değişmektedir.

Fakat, eğer almaç infradin tipinde ise, yani  $f_{\text{of}} = f_{\text{atn}} - f_{\text{osi}}$  ise izleme elemanları anten devresine dahil edilir. Bu tip için izleme elemanlarının hesaplanması daha basittir. Burada,  $f_{\text{of}}$  orta frekansı,  $f_{\text{osi}}$  osilatör frekansını,  $f_{\text{ant}}$  anten frekansını temsil etmektedir.

Bu makalede, hesapları daha karışık olduğundan supradin tipindeki almaçların akord ve izleme elemanlarının hesaplanması için bir usûl anlatılacaktır. Buna benzer bir muhakeme ile infradin tipindeki almaçlar için de aynı usul daha basit olarak tatbik edilebilir.

## Anten Devresi

Değişken bir kondansatörün kapasitesi, sabit ve hareketli plaklarının arasındaki açının fonksiyonu olarak İki uç değer, yani  $C_{\text{min}}$  ve  $C_{\text{mak}}$  arasında değişir. Eğer önlenmesi mümkün olmayan parazit kapasitesi de (yani bobinin sarımlar arası kapasitesi ile kablo donanım kapasitesi) hesaba katılırsa minimum ve maksimum değerler  $(C_{\text{min}} + C_{\text{par}})$  ve  $(C_{\text{mak}} + C_{\text{par}})$  olur. Belli bir Lj bobini için iki uç frekansı ise:

$$f_{\text{mak}} = \frac{1}{2,7 \sqrt{L_1 \cdot (C_{\text{min}} + C_{\text{par}})}}$$

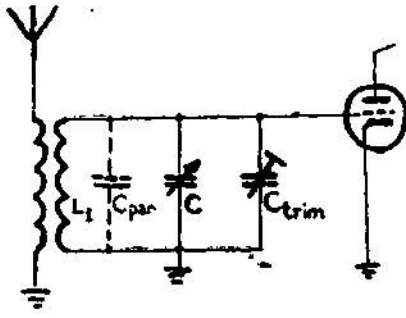
$$f_{\text{min}} = \frac{1}{2 \pi \sqrt{L_1 \cdot (C_{\text{mak}} + C_{\text{par}})}}$$

olur ve bu iki frekansın oranı

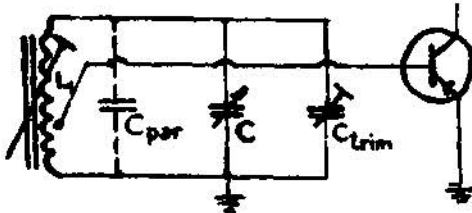
$$\frac{f_{\text{mak}}}{f_{\text{min}}} = \sqrt{\frac{C_{\text{mak}} + C_{\text{par}}}{C_{\text{min}} + C_{\text{par}}}}$$

olur ki Lj'in değerine bağlı değildir, pratikte sayısal değeri 3 civarındadır. Bu oran, frekans bandının kapsanabilmesi mümkün azami aralığını gösterir. Tatbikatta, bobinin paraleline konan ve azami frekansta incelikle akordlamayı sağlayan izleme elemanı «trimer kondansatörünün» ilâvesi ile bu oran daha da küçülür.

Devrenin modeli şekil-1'de gösterilen haldedir. Uç frekansların oranı şimdi :



(fa)



(fb)

Şekil - 1 Sembolik Anten Devreleri

$$\frac{f_{min}}{f_{mak}} = \sqrt{\frac{C_{mak} + C_{trim} + C_{par}}{C_{min} + C_{trim} + C_{par}}}$$

olur. Bunlardan İstifade ederek anten devresi akord bobini L<sub>1</sub>'in değeri şu iki formülden hesaplanabilir :

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{mak}^2 (C_{min} + C_{trim} + C_{par})}$$

yahut

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_{min}^2 (C_{mak} + C_{trim} + C_{par})}$$

Değişken kondansatörün maksimum ve minimum değerleri tipile olarak C<sub>min</sub> = 15 - 30 pF, C<sub>mak</sub> = 300 - 500 pF arasındadır (bu değerler imalatçıları tarafından belirtilir), trimmer kondansatörler ise maksimum değerinde 15 - 60 pF civarındadır, parazit kapasitansı İse lâmbalı devreler için yaklaşık olarak 20 pF, transistorlu devreler için 10 - 15 pF kabul edilebilir. Kapsanmasını İstedğimiz bandın alt ve üst uç frekanslarını da oranlan 3'ü geçmiyecek tarzda seçersek bobin değerini hesaplayabiliriz.

Görüldüğü gibi snpradin tipinde bir almanın anten devresi akord elemanlarının hesaplanması hiç bir güçlük yaratmaz.

### Mahalli Osilatör Devresi

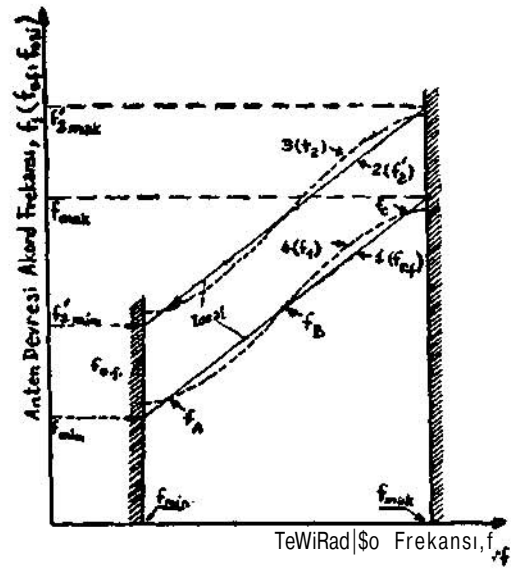
(Not : Sembollerden f<sub>x</sub> = orta frekans ve osilatör frekansının fonksiyonu olan anten devresi akord frekansını

f<sub>tr</sub> = tabii radyo frekansını

f<sub>2</sub> = lokal osilatör akord frekansını

f<sub>x</sub> = tabii radyo frekansından orta frekans kadar yüksek lokal osilatör frekanstan temsil etmektedir.)

Eğer, almanın anten devresini yakalamak İsteddiğimiz frekansa tam ayar ettiğimiz halde osilatör devresinin akordu kayık olursa almanın hem duyarlılığı hem de seçiciliği zayıflar.



Şekil - 2

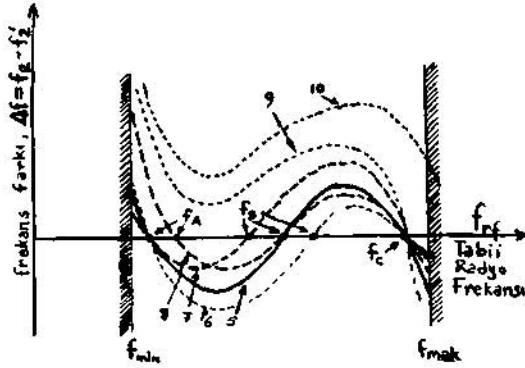
Anten devresi akord frekansının (yani fa'nın) diğer frekanslara bağlı olarak değişmesini gösteren şekil - 2'deki eğriler yardımı ile osilatör devresinin ideal çalışması incelenebilir. 1 (f<sub>tr</sub>) eğrisi kendisinin fonksiyonu olarak radyo frekansını gösteriyor - eğimi 1 olan bir doğru- 2 (f<sub>2</sub>) eğrisi İse birinciye paralel ve orta frekans kadar yukarıda olan lokal osilatör frekansını f<sub>tr</sub>'nin fonksiyonu olarak gösteriyor. Tatbikatta 2 (f<sub>2</sub>) eğrisini sadece değişken kondansatör ile elde etmek imkânsızdır, fakat izleyici elemanlar kullanarak bu eğriye çok yatan olan 3 (f<sub>2</sub>) eğrisi elde edilebilir.

Alınan frekansların ise 1 (f<sub>tr</sub>) eğrisindeki gibi değiştiği halde 4 (fa) eğrisinde gösterildiği gibi değişmesi gerekir. Bu eğri, 3 (f<sub>2</sub>) eğrisinin her bir ordinatından orta frekans değerini çıkararak elde edilir. Dikkat edilirse 3 (f<sub>2</sub>) ve 4 (fa) eğrileri istenen eğriler İle sadece üç noktada ke-

şişir, bunlar «İzleme noktaları» diye bilinir. Osilatör devresi bu noktalarda ayar edilir.

Almacın duyarlılığının ve seçiciliğinin iyi olması için 3 ( $f_2$ ) ve 4 ( $f_a$ ) eğrileri, sırasıyla, 2 ( $f_2$ ) ve 1 ( $f_{rt}$ ) eğrilerine mümkün olduğu kadar yakın olmalıdır. Tabiiyle, ayar noktaları üçten fazla olursa netice daha iyi olacaktır, fakat tatbikatta bunu elde etmek mümkün değildir.

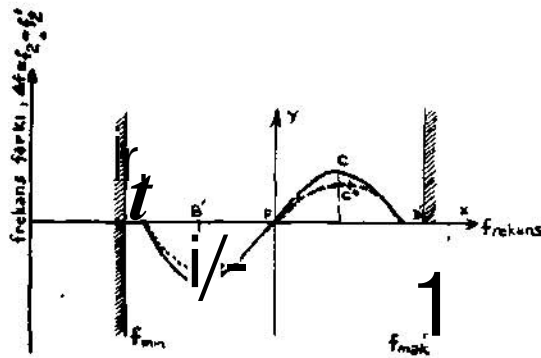
Lokal osilatör devresinin akord elemanlarını hesaplamak için yukarıda izah edilen 3 ayar frekansından hareket edeceğiz.



Şekil — 3

Deney sonucu elde edilen eğriler şekil - 3 te gösterilmiştir. Bunlardan da anlaşılacağı gibi, frekans farkı üç noktadan başka yerde sıfır olmayacaktır, gerçekten eğer devre iyi hesaplanıp yapılmamışsa bunun gibi ya bir tane nokta olacak (9. eğri) veya hiç olmayacak (10. eğri), dolayısıyla duyarlılığı ve seçiciliği çok kötü olacaktır.

Lokal osilatör bobini çok büyük olursa ayar noktalarının pozisyonu 6. eğrideki gibi olmakta, çok ufak değerdeki osilatör bobini için ise 7. eğrideki ayar noktaları elde edilmektedir. Böylece, ayar noktalarının pozisyonunu değiştirerek frekans farkı ( $\Delta f = f_a - f_2$ ), frekans bandının



Şekil — 4

bir kısmında diğer kısma nazaran daha küçük yapılabilir. Eğer bandın bu kenarında vericiler sık ise böyle ayarlamalar faydalı olabilir, fakat genellikle alıcı bandının bütün kapsamı içinde düzgün bir sapma istenir.

İzleme noktalarının pozisyonunu tayin etmek için eğriyi şekil - 4 te gösterilen üçüncü dereceden bir denkleme yaklaştırarak çözmek tatmin-kâr sonuçlar verir. Denklemi sadeleştirmek için iki uç frekansın tam ortası başlangıç olarak kabul edilmiştir. X-ekseninin ölçüğü,  $x = \pm 1$  uç frekanslara tekabül edecek tarzda seçilmiştir. Başlangıç noktasından geçen üçüncü dereceden bir denklem :

$$-Y = x^3 + ax$$

tarzında ifade edilip, a'nın değeri hesaplanır ve denklemin kökleri bulunursa tam ayar frekanslarının :

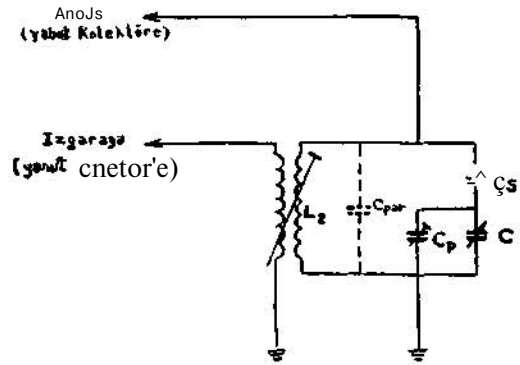
$$f_{1E} = \frac{2 - \sqrt{3}}{4} f_{\max} + \frac{2 + \sqrt{3}}{4} f_{\min}$$

$$f_{1F} = \frac{f_{\max} + f_{\min}}{2}$$

$$f_{1G} = \frac{2 + \sqrt{3}}{4} f_{\max} + \frac{2 - \sqrt{3}}{4} f_{\min}$$

olduğu görülür.

Eğer devre bu frekanslarda ayar edilirse diğer noktalardaki frekans farklarının üçüncü derece denklemi üzerinde değil, fakat A //EB// FC //GD eğrisi üzerinde olduğu görülecektir, diğer bir ifade ile değişme tam üçüncü dereceden değildir. Fark alçak frekanslarda daha büyüktür. Bu mahzura ilâveten, anten devresinin geçirme bandı frekans yükseldikçe artma temayülündedir. Bunların neticesinde geçirme bandının daha geniş, frekans farkının ise daha ufak olduğu yüksek frekanslarda duyarlık iyi, buna karşılık alçak frekanslarda daha düşük olur.



Şekil — 5 Sembolik Osilatör Devresi

• Bunu önlemek için İzleme noktalan hesaplanan değerlerden az daha alçak frekanslarda seçilir .:

$$\begin{aligned} f_{1E} &= 1.1 f_{min} \\ t_{1F} &= 1/2 (f_{mta} + f_{mak}) \\ f_{1G} &= 0.9 f_{mak} \end{aligned}$$

değerleri tatbikatta tatminkâr sonuçlar vermektedir,

Lokal osilatör devresinin izleme frekansları şimdi gu ifadelerden elde edilebilir.

$$\begin{aligned} f_{2E} &= f_{1E} + f_{o'f} \\ f_{2F} &= f_{1F} + f_{o'f} \\ f_{2G} &= f_{1G} + f_{o'f} \end{aligned}$$

Artık akord ve izleme elemanlarının değerlerini hesaplayabiliriz.

Lokal osilatör daha yüksek frekansta çalıştığı için osilatör devresinin değişken kondansatörü G nin değişme oranı, anten devresinin değişken kondansatörü olan C nin değişme oranından daha az olacaktır. Değişken iki kondansatörün değeri eşit olduğundan ilâve kondansatörler konarak osilatör değişken kondansatörü C nin değişme oranı azaltılabilir. Yüksek frekanslarda tesir etmesi için C ye paralel olarak C trimer kondansatörü konur. Alçak frekanslarda tesir etmesi için de C, C ye seri olarak bağlanır. Böylece C nin kapsamı azaltılmış ve 2 (f<sub>2</sub>) eğrisine oldukça yakın bir eğri elde edilmiş olur.

- Anten devresindeki bobine paralel olan toplam kapasiteyi C<sub>x</sub> ile gösterirsek.:

$$C_x = \frac{1}{4\pi^2 f^2 L_2}$$

bundan da değişken akord kondansatörünün değeri bulunabilir :

$$c = c_s - c_{trimer} - c_{par}$$

Osilatör devresinin değişken kondansatörü de çok yaklaşık olarak bu değere sahip olacaktır. Bunun yardımı ile E, F ve G noktalarına tekabül eden işleme frekanslarında C kondansatörünün uahip olacağı C<sub>E</sub>, C<sub>F</sub> ve C<sub>G</sub> değerlerini hesaplayabiliriz.

C<sub>s</sub>, C<sub>p</sub> ve L<sub>2</sub> nin değerlerini hesaplamak için anlatacağımız usul müteaddit yaklaşık değerler seçmektir.

t<sub>2</sub> frekansının C<sub>s</sub>, C<sub>p</sub> ve L<sub>j</sub> ile bağıntısı şöyle edilebilir :

$$4\pi^2 f_2^2 = \frac{1}{L_2 \left( C_{par} + \frac{C_s (C + C_p)}{C_s + C + C_p} \right)}$$

Bu eşitlikten görülebileceği gibi C nin değeri büyük olunca, yani C = C<sub>E</sub> olunca, C<sub>s</sub> frekans Üzerinde en büyük tesire sahiptir (E, F, G alt harfleri için şekil - 4 e bakarak bağıntı kurulabilir). Bu kondansatör «pader kondansatörü» diye tanınır, ve alçak frekansların akordlanmasında etkilidir.

$$\frac{1}{C_s} = \frac{4\pi^2 (f_{2E})^2 L_2}{1 - 4\pi^2 (f_{2E})^2 L_2 C_{par}} \cdot \frac{1}{C_s + C_p}$$

Trimer kondansatörü C<sub>p</sub>, C nin ufak değerinde yani C = C<sub>G</sub> iken f<sub>2</sub> frekansı üzerinde en büyük tesire sahiptir. Şu halde C<sub>p</sub>, f<sub>G</sub> frekansında hesaplanabilir :

$$\frac{1}{C_G + C_p} = \frac{4\pi^2 (f_{2G})^2 L_2}{1 - 4\pi^2 (f_{2G})^2 L_2 C_{par}} \cdot \frac{1}{C_s}$$

Frekans aralığının her tarafında L<sub>2</sub> bobininin tesiri sabittir, fakat C = C<sub>F</sub> iken C<sub>p</sub> nin ve C<sub>s</sub> nin tesiri en az olduğundan L<sub>j</sub> nin yaklaşık değeri bu frekansta hesaplanır :

$$L_2 = \frac{1}{4\pi^2 (f_{2F})^2 \cdot \left( C_{par} + \frac{c \cdot (C_F + C_p)}{C_s + C_F + C_p} \right)}$$

• Şimdi yapılacak işlem C<sub>par</sub> için uygun bir değer kabul edip C<sub>s</sub> ve C<sub>p</sub> için tipik değerler seçmektir. C<sub>p</sub> yi onlar mertebesinde ve C<sub>s</sub> yi yüzler mertebesinde piko farad olarak seçmek makûldür. Aksi halde bobinin değeri çok büyük yahut çok ufak olur ve evvelce anlatılan mahzurlar ortaya çıkar.

Bu değerler L<sup>^</sup> ifadesinde yerine konur ve elde edilen bu L<sub>2</sub> değeri ise C<sub>s</sub> ve C<sub>p</sub> ifadelerinde yerine konarak daha doğruluklu C<sup>^</sup> ve C<sub>p</sub> değerleri elde etmekte kullanılır. Bu elde edilen C<sub>s</sub> ve C<sub>p</sub> değerleri tekrar L<sub>2</sub> ifadesinde yerine konur ve daha doğruluklu L<sub>j</sub> değeri elde edilir. Bu işlemi 3 defa tekrarlıyarak doğruluklu sonuçlar elde edilebilir.

Şimdi bir misal ile anlattıklarımızın tatbikatını gösterelim.

a) Anten yahut JCF. Devresi

C nin uç değerlerini C<sup>^</sup> = 500 pF, C<sub>min</sub> = 30 pF ve C<sub>par</sub> = 20 pF kabul edelim. Böylece frekans oranının azami değeri :

$$\frac{f_{mak}}{f_{min}} = \sqrt{\frac{C_{mak} + C_{par}}{C_{min} + C_{par}}}$$

$$\sqrt{\frac{500 + 20}{30 + 20}} = 3.22$$

olur. Eğer minimum frekans 500 kc/s- ise maksimum frekans :

$$f_{\text{mjk}} = 3.22 \times f_{\text{min}} = 1700 \text{ kc/s}$$

olur. Bütün frekans bandının kapsandığından emin olmak için 100 Jtc/s İlk toleransla maksimum frekans 1600 kc/s de sınırlanabilir.

Şimdi trimer kondansatörün değeri hesaplanabilir :

$$\frac{f_{\text{mak}}}{f_{\text{min}}} = \sqrt{\frac{C_{\text{mak}} + C_{\text{trim}} + C_{\text{par}}}{C_{\text{min}} + C_{\text{trim}} + C_{\text{par}}}}$$

$$(3.2) \Rightarrow \sqrt{\frac{500 + C_{\text{trim}} + 20}{30 + C_{\text{trim}} + 20}}$$

$$C_{\text{trim}} = 13 \text{ pF}$$

olur ki maksimum değeri 25 pF olan bir trimer kondansatör kullanılabilir.

Nihayet L, in değeri hesaplanabilir :

$$L = \frac{1}{4 \pi f_{\text{mak}}^2 (C_{\text{min}} + C_{\text{trim}} + C_{\text{par}})}$$

$$= \frac{1}{4 \pi (1600)^2 (30 + 20 + 13) \cdot 10^{-12}}$$

$$= 157 \text{ } \mu\text{H}$$

olarak bulunur.

13 pF lik trimer kondansatörü 500 pF lık değişken kondansatör ile mukayese edildiğinde çok ufak kaldığından alçak frekanslarda trimerin tesiri ehemmiyetsizdir. Bunun için, minimum frekansta devrenin  $C = C_{\text{msk}}$  ile, yani değişken kondansatör maksimum değerinde iken rezonansa gelmesi için bobin ayarlanır. 13 pF lik trimer, değişken kondansatörün minimum değeri olan 30 pF ile mukayese edilebileceğinden yüksek frekanslarda trimerin tesiri büyüktür. Bunun için maksimum frekansta devrenin  $C_{\text{min}}$  ile, yani değişken kondansatörün minimum değeri ile rezonansa gelmesi için trimer ayarlanır.

b) Lokal Osüatör JDevresi

önce iki devrenin de akord frekanslarını hesaplırsak :

$$f_{\text{JE}} = 1.1 f_{\text{mk}} = 1.1 \times 500 = 550 \text{ kc/s}$$

$$f_{\text{1F}} = \sqrt{2 (f_{\text{min}} + f_{\text{wn}})} = \sqrt{2 (500 + 1600)}$$

2

1050 ko/s

$$f_{\text{1G}} = 0.9 f_{\text{mjk}} = \llcorner 9 \text{ Ut } 1600 \text{ ' = } 1440 \text{ kc/s}$$

$$f_{\text{2E}} = 550 + 450 = 1000 \text{ kc/s}$$

$$f_{\text{2F}} = 1050 + 450 = 1500 \text{ kc/s}$$

$$f_{\text{G}} = 1440 + 450 = 1890 \text{ kc/s}$$

olarak bulunur.

Değişken kondansatörün  $f_{\text{2E}}$ ,  $f_{\text{2F}}$  ve  $f_{\text{G}}$  değerleri, sırasıyla :

$$C_{\text{E}} = 457 \text{ pF}$$

$$C_{\text{F}} = 114 \text{ pF}$$

$$C_{\text{G}} = 44 \text{ pF}$$

bulunur.  $C_{\text{p}}$  için 10 pF ve  $C_{\text{s}}$  için 500 pF değerleri seçilirse :

$$(L_2)_0 = \frac{1}{4 \pi (f_2)^2 (C_{\text{par}} + C_{\text{s}} + C_{\text{p}})}$$

$$= \frac{1}{40 \cdot (1500 \cdot 10^3)^2 \cdot (20 + 500(114 + 10)) \cdot 10^{-12}}$$

$$= 93 \text{ } \mu\text{H}$$

olarak bulunur. Bu değer önce  $(C_{\text{s}})^{\wedge}$  in hesaplanmasında, sonra  $(L_2)_0$  ve  $(C_{\text{p}})^{\wedge}$  in hesaplanması için kullanılıncı :

$$(C_{\text{s}})_1 = 537 \text{ pF}$$

$$(C_{\text{p}})_1 = 17.3 \text{ pF}$$

değerleri elde edilir. Bu değerler ise  $L_2$  ifadesinde tekrar yerine konarak :

$$(L_2)_1 = 88 \text{ } \mu\text{H}$$

değeri elde edilir. Bu değer  $(C_{\text{s}})_2$  ve  $(C_{\text{p}})_2$  nin hesaplanması için kullanılıncı :

$$(C_{\text{s}})_2 = 600 \text{ pF}$$

$$(C_{\text{p}})_2 = 22 \text{ pF}$$

olur. Bu iki değerden :

$$(L_2)_2 = 85 \text{ } \mu\text{H}$$

elde edilir. Bu değer tekrar  $C_{\text{f}}$  ve  $C_{\text{p}}$  yi tayin etmekte kullanılıncı :

$$(C_{\text{s}})_3 = 640 \text{ pF}$$

$$(C_{\text{p}})_3 = 24 \text{ pF}$$

ve bunlardan da

$$(L_2)_3 = 83 \text{ } \mu\text{H}$$

değerleri elde edilir.

Hesaplara devam edilirse daha doğru sonuçlara varmak mümkündür, fakat elde edilecek düzeltmeler artık malzemenin belirtilen hata değer-

leri içinde kalacağından lüzumsuzdur. Bu sebepten tekrar yerine • koyma işlemini 3 defa tekrarlamak yeter.

Bu noktada, uç frekans oranı 3 ten ufak olduğu takdirde (büyükolmasma imkân verilmez) veyahut daha yüksek frekans bandları için şu usulün geçerli olup olmayacağı ve değişken kondansatörün minimum ve maksimum değeri bu misalde kullandığımız değerden farklı olursa hesaplarda bir değişiklik yapmanın lüzumlu olup olmayacağı akla gelebilir.

Şimdi birer misalle bu hususları açıklayalım:

Beynelmül frekans tahsisinde uzun dalga bandı 255 - 281 kc/s arasında sınırlanmıştır. Bu durumda üç frekans oranı  $281/155 = 1,81$  olur. Bandın tamamen kapsandığından emin olmak için  $f_{min} = 145$  kc/s ve  $f_{max} = 350$  kc/s kabul ederek aynı değişken kondansatör üe hesaplar yapılırsa,  $t_{max}/m_{min} = 2,42$  ve anten devresi değilken kondansatörün paralelinde 48 pF İlk trimer koymak gerektiği bulunur, böylece kullanılacak trimerin maksimum değeri yaklaşık 70 pF olmak gerekir ki, bu değerde bir trimer sağlamanın çaresi ya piyasada mevcut 3.5 - 58 pF değerinde bir trimerin paraleline 10 pF lık sabit bir kondansatör bağlamak, yahut eğer aynı sette orta ve uzun dalga bandları bulunacaksa orta dalganın- anten devresi trimereinden de istifade ederek 25 pF lık trimer ve paralelinde gerekli kondansatörü kullanmaktır. Bunun için komütatör uçlarına bağlantılar öyle yapılır M, set uzun dalga pozisyonunda iken orta dalganın anten trimeri uzun dalga trimerinin paraleline gelerek istenen değer ve istenen ince ayar marjini sağlanmış olur. Yalnız, bu durumda orta dalganın ince ayar önce yapılmalı ve uzun dalga ayarında bu trimere dokunulmalıdır.

Anten bobini ise  $L = 2,08$  mH olacaktır (\*). Hesaplara devamlı, anten ve osilatör devresinin izleme frekansları ve bu frekanslardaki değişken kondansatör değerleri :

$$f_{1E} = 160 \text{ kc/s} \quad f_{2E} = 610 \text{ kc/s} \quad C_E \Rightarrow 400 \text{ pF}$$

$$f_{1F} = 248 \text{ kc/s} \quad f_{2F} = 698 \text{ kc/s} \quad C_F = 125 \text{ pF}$$

$$f_{1G} = 315 \text{ kc/s} \quad f_{2G} = 765 \text{ kc/s} \quad C_G = 52 \text{ pF}$$

olarak bulunur. Tekrar  $C_p = 10$  pF,  $C_t = 600$  pF ve  $C_{pr} = 20$  pF kabul ederek yerine koymış işlemler üç defa tekrar edilirse :

$$L = 385 \text{ } \mu\text{H}$$

$$C_p = 100 \text{ pF}$$

$$C_f = 225 \text{ pF}$$

olarak bulunur. Bandın uç değerlerini oldukça toleranslı seçtiğimizden 100 pF lık trimer yerine aynı değerde sabit kondansatör kullanmakta bir mâhzur yoktur.

Şimdi yüksek frekanslarda d'irumun uo olacağını inceliyelim.

Aynı değişken kondansatörü kullanırsak bobin değerinin çok daha ufak olacağı, bununla birlikte uç frekans oranı küçük olacağından paderin daha büyük olacağı bir ön tahmin olarak ortaya atılabilir.

Misal olarak uç frekans değeri  $f_{max} = 15$  Mc/s ve  $f_{min} = 6$  Mc/s olan bir bandı kapsamak istediğimizi farzedelim:  $f_1/f_2 = 2,5$  ve anten trimerinin 40 pF, anten bobininin ise 123 pF olması gerektiği bulunur. Anten ve osilatör devresinin ayar frekansları ve bunlara tekabül eden değişken kondansatör değerleri:

$$f_{1E} = 6,6 \text{ Mc/s} \quad f_{2E} = 7,05 \text{ Mc/s}$$

$$f_{1F} = 10,5 \text{ Mc/s} \quad f_{2F} = 10,95 \text{ Mc/s}$$

$$f_{1G} = 13,5 \text{ Mc/s} \quad f_{2G} = 13,95 \text{ Mc/s}$$

$$C_E = 400 \text{ pF}$$

$$C_F = 125 \text{ pF}$$

$$C_G = 51 \text{ pF}$$

ve tekrar  $C_p = 10$  pF,  $C_t = 500$  pF, ve  $C_{pr} = 20$  pF kabul edilirse :

$$L = 134 \mu\text{H}$$

$$C_p = 23 \text{ pF}$$

$$C = 1820$$

olarak bulunur. Sabit 10 pF lık kondansatörün paralelinde maksimum değeri 25 pF olan bir trimer kullanılabilir. Pader kondansatörü için görüldüğü gibi 2000 pV a yakın bir değer ortaya çıkmaktadır, bu sebeple yüksek frekans bandları için 500 pF yerine 1000 pF lık bir  $C_2$  değeri kabullenerek hesaplara başlamak daha doğru sonuçlar verecektir.

Son olarak, uç değerleri 15-300 pF olan toir değişken kondansatör kullandığımızı farzedelim ve ilk misaldeki 500-1600 kc/s bandını kapsamak isteyelim.

(\*) Tabiatıyla bu değerdeki bir bobinin ferit göbekli olması boyutlarını küçültecektir. Ferit göbek üzerine sarıldığında istediğimiz değeri tutturmak için feritin katsayısını bilmek gerekir. Eğer, değeri bilmediğimiz bir ferit kullanmak zorunda kalırsak şu basit muhakeme ile havalı bobin değerinden feritli bobin değerini hesaplayabiliriz:  $L = L_0$  olduğundan önce havalı bobinin rezonansa geldiği  $f_1$  frekansını, sonra ferit göbeği ile rezonansa geldiği  $f_2$  frekansını tesbit edelim, her iki durumda da reaktansların eşit olması gerektiğinden:

$$2\pi f_1 L_0 = 2\pi f_2 \alpha L_0$$

$$\alpha = f_1/f_2$$

olarak bulunur  $\alpha$  değeri bir havalı bobin sarılıp, ferit göbeği yerleştirilince istenen  $L_f$  değerindeki bobin elde edilmiş olur.

Görülecektir ki böyle nispeten ufak bir değişken kondansatör ile bandın tamamını kapsamak mümkün olmayacaktır. Bu sebeple, bandın alt veya üst ucunun bir kısmını kapsamaktan vazgeçeceğiz,  $f_{\max}/f_{\min} = 3$  ve  $f_p = 530$  kc/s kabul edersek  $f_{\max} = 1590$  kc/s olur.

$$f/f = \frac{C_{\max} + C_{\text{par}} + C_{\text{trim}}}{C_{\text{mm}} + C_{\text{par}} + C_{\text{trim}}} \text{ formülünden}$$

$C_{\text{trim}} = 4 \text{ pF}$  bulunur, 0,8-9 yF bk trimer kifayeder.

Görülüyor ki ufak değişken kondansatör kullanılıncaya kadar parazit kapasitans ve  $C_{\min}$  değerleri daha ehemmiyet kazanmaktadır. Bunların mümkün olduğu kadar ufak olması tercihe şayandır, yani seti monte ederken bağlantılar gayet kısa kablolar ile yapılmalı, geniş yüzeylerden kaçınılmalı ve mümkün ise blondajlı kablo kullanılmalıdır.

Hesaplara devamla anten bobini  $L_x = 250 \mu\text{H}$  olarak bulunur. Anten ve osilatör izleme frekansları ve bu frekanslardaki değişken kondansatör değerleri:

$$\begin{aligned} f_{\text{E}} &= 585 \text{ kc/s} & \llcorner_{\text{E}} &= 1035 \text{ kc/s} \\ f_{\text{F}} &= 1060 \text{ kc/s} & f_{2\text{F}} &= 1510 \text{ kc/s} \\ f_{\text{G}} &= 1440 \text{ kc/s} & \llcorner_{\text{G}} &= 1890 \text{ kc/s} \\ C_{\text{E}} &= 268 \text{ pF} \\ C_{\text{F}} &= 65 \text{ pF} \\ C_{\text{G}} &= 24 \text{ pF} \end{aligned}$$

bulunur.  $C_p = 10 \text{ pF}$ ,  $C_s = 500 \text{ pF}$ ,  $C_{\text{par}} = 20 \text{ pF}$  farzederek:

$$\begin{aligned} L_2 &= 128 \mu\text{H} \\ C_p &= 14 \text{ pF} \\ C_a &= 385 \text{ pF} \end{aligned}$$

olarak hesaplanır. Görüldüğü gibi, bu değerler gayet makuldür ve  $C_p$  için 25 pF ilk bir trimer kullanılabilir.

Yüksek frekans bandları için ufak değişken kondansatör kullanmakla herhangi bir güçlük ortaya çıkmıyacak, aksine  $f_{\max}/f_{\min}$  oranı daha küçük olduğundan ufak değişken kondansatör kullanmakla daha ufak  $C_{\text{trim}}$ ,  $C_p$  ve  $C_s$  gerekecektir.

Bu misallerde orta frekansı 450 kc/s farzettik. Farklı bir orta frekans kullanmak prosedürde bir değişikliği gerektirmeyecek, sadece osilatör frekansları farklı olacaktır. Bu ise o nispete  $L^*$ ,  $C_p$  ve  $C_s$  değerlerine tesir edecektir.

Dikkat edilirse parazit kapasitansı için yapılan tahmin akord elemanlarının değerlerine direkt olarak tesir etmektedir. Dolayısıyla, isabetli bir parazit kapasitans tahmini için r.f. yükseltici ve karıştırıcı devresinde kullanılan lâmbaların elektrodları arası kapasiteleri yahut da transistörlerin giriş ve çıkış kapasiteleri hesaba katılırken, değişken kondansatörlerin parazit kapasitanslarının farklı orta frekanslarda farklı değerler gösterdiği de hatırlanmalı, imalatçıların belirttiği bu değerlere göre devre için isabetli bir parazit kapasitans değeri seçilmelidir.

Ayrıca, anten devresinin az dahi olsa karıştırıcı devreyi reaktif olarak yüklediği unutulmamalıdır.

#### Sonuç

Akord ve izleme elemanlarının değerlerini hesaplamak için açıklanan bu usul ile tatminkar yaklaşık değerler elde edilmektedir. Bu değerlerin hesaplanması için F. E. Terman'ın «Radio Engineering Handbook» adlı kitabında formüller varsa da çok karışık olduğundan hatalara yol açmaktadır. Bu usul ile alçak, orta ve yüksek frekans bandları için hesaplar daha kolay ve basittir. Daha yüksek frekans bandları için denenmesi ve etraflıca incelendikten sonra bir karara varılması gerekmektedir.

#### Referanslar

1. «Electronic trainers manual» V. I. seçtion 5.

Bu kitapta r.f., mahalli osilatör ve orta frekans devrelerinin hesabı için oldukça geniş malumat vardır. İzahlar lambalı devreler içindir.

2. Terman, F. E. «Radio Engineering Handbook», Lambalı devrelerin hesaplanması için her türlü formülün temin edilebileceği bir kaynaktır.