

Yüksek Frekans Amplifikatörü Dizaynı

Mustafa TEMİZ *)

ÖZET :

Bu çalışmada yüksek frekans amplifikatörünün gerçekleştirilmesine esas teşkil eden kat hesaplamaları ve osilasyonların ortadan kaldırılması özellenmiş; hesaplamalar neticesinde kurulan yüksek frekans amplifikatörü ile 250 mV'dan büyük bir işaret gerilimi temin edilmiştir. Çeşitli elemanların kapasite ve endüktanslarının yüksek frekansta etkili olmaması için gereken tedbirler alınmış; besleme kaynağı, yüksek frekanslı işaretlerden ayırmak için kapasite ve şok bobinleri ile dekuple edilmiştir. Frekans karakteristiği deneysel olarak tespit edilmiş ve karakteristik, rezonans frekansı $f_0 = 200$ MHz. için çıkarılmış ve band genişliğinin 14 MHz. olduğu görülmüştür.

GİRİŞ :

Yüksek frekans amplifikatörleri telekomünikasyon sistemlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, çok zayıf sinyallerin kuvvetlendirilmesinde bu tip cihazlar önemli bir yer almıştır. Yapılan çalışmalar daha ziyade güç kazancı, lineer faz karakteristiği ve giriş, çıkış empedansı ile işaret/gürültü oranının büyük olması üzerindeki araştırmaları kapsamaktadır.

Band genişliğinin çok geniş tutulması halinde yüksek kazanç elde etmek zorlaşmakta, bu ise kat sayısının artırılmasını gerektirmektedir. Katların empedanslarının uydurulması ve osilasyonlar bazı güçlükler çıkarmakta; bu yöndeki araştırmalar kanallı edilmektedir.

Bilhassa Band amplifikasyonu için çok sayıda kata ihtiyaç olduğundan, Band içinde bir kanal kuvvetlendiricisi üzerinde durulması ge-

*) S.D.M.M.A. Asis. Elekt. Y. Müh.

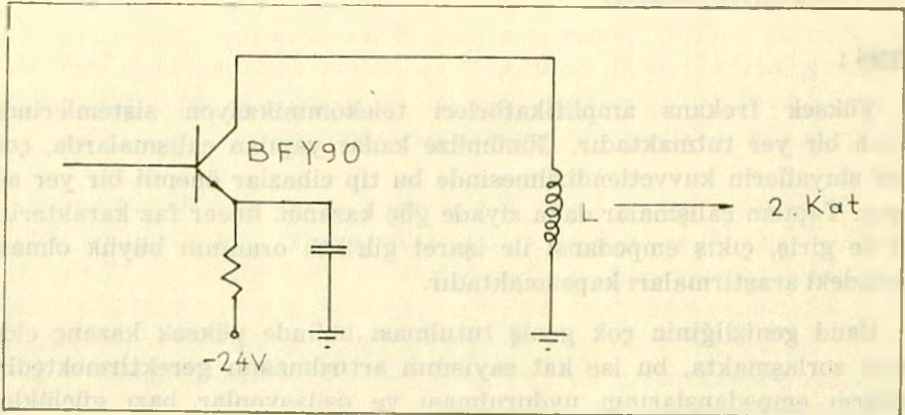
rekmetedir. Bu kanal kuvvetlendiricisinin giriş sinyallerini yeterli bir şekilde değerlendirebilmesi için

Güç kazancı,	$K_v \geq 30$ dB
Band genişliği,	$B \geq 7$ MHz
Giriş empedansı,	$Z_g = 60$ Ohm
Çıkış empedansı,	$Z_c = 30$ Ohm
Gürültü faktörü,	$F \leq 4$ dB
Max. çıkış gerilimi,	$V_{\text{çmax}} = 250$ mV

şartlarını sağlaması gerekmektedir. Bu çalışmada böyle bir fonksiyonu gerçekleştirecek bir devre üzerinde yapılan incelemeler ortaya konulmuştur.

DEVRE KATLARINA AİT HESAPLAR :

1. Kat Şekil 1 de görüldüğü gibi transistörün kollektöründeki paralel rezonans devresinde, kollektör ile toprak arasındaki kapasite yeterli olduğundan, dışarıdan ayrıca bir kapasite bağlanmamıştır.



Şekil 1. Amplifikatör giriş devresi.

Birinci kattaki BFY90 transistörü 2mA'lık kollektör akımı ile çalıştırılmaktadır. Bu suretle, gürültü faktörünün minimum olmasına gayret edilir.

Birinci katı yükleyen ikinci katın giriş direnci ve giriş kapasitesi

$$R = 1/g_{ie} = 84 \text{ Ohm}$$

$$C = b_{ie}/\omega = 6 \text{ pF}$$

Sarım Oranlarının Hesabı :

Çıkış empedansı,

$$Z_0 = \frac{Z_F(y_{ie} + Y_G) + 1}{y_{fe} + y_{ie} + Y_G}$$

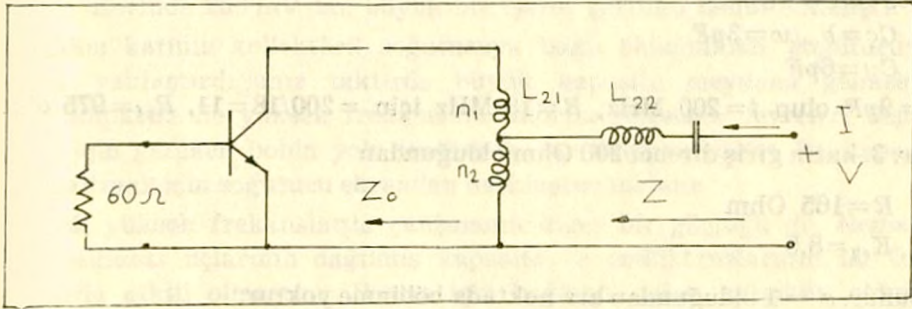
ile verilmektedir [7].

Transistörün katalog değerleri :

$r_{bb'} = 40 \text{ Ohm}$ ve $C_c = 1 \text{ F}$ için $g_{bb'} = 25 \cdot 10^{-3}$; $Z_F = 8 \cdot 10^2 j$; $Y_G = 16,7 \cdot 10^{-3}$ ve $f = 200 \text{ MHz.}$; $I_c = 2 \text{ mA}$ ve $V_{CE} = 5 \text{ V}$ için

$y_{fe} = 52,5 \text{ mho}$; $g_{oe} = 0,048 \text{ mho}$; $g_{ie} = 5 \text{ mho}$; $y_{re} = 1 \text{ mho}$; $b_{ie} = 12 \text{ mho}$; $b_{oe} = 2,5 \text{ mho}$ kullanılarak

$Z_0 = (60 - 330 j) \text{ Ohm}$ olarak bulunur. İkinci transistörün 50 Ohm 'luk bir giriş direnci için uygun çalıştığı deneysel olarak müşahade edilmiştir.



Şekil 2.

Şekil-2 de görüldüğü gibi $Z = \left(\frac{n_2}{n_1 + n_2} \right)^2 Z_0$ olup $Z = 50 \text{ Ohm}$ değeri için $a = \frac{n_1 + n_2}{n_2} \cong 1$ kabul edilebilir. Rezonans halinde $L_{21} = \frac{1}{4f^2 \cdot \pi' \cdot Ct}$ dir.

Ct = Rezonansa giren toplam kapasite,

$C\zeta$ = 1. BFY 90'nın çıkış kapasitesidir,

Cy = 2. BFY 90'dan bölünmeden sonra gelen kapasite olduğundan

$$Ct = Cy + C\zeta = C\zeta + \frac{6}{a^2} = 8pF, L_{21} = 78pH, K_{c1} = |y_{fe}| \cdot R = 4 \text{ cür. } a \cong 1$$

olduğundan ara pirizde bölünme yoktur.

Osilasyon Durumu : Osilasyon durumu,

$$\gamma = \frac{|y_{fe}| \cdot |y_{re}|}{G_1 G_2} \cdot \frac{1 + \cos \varphi}{2} \text{ formülü (4)}$$

ile irdelenmektedir ve

$$G_1 = \frac{1}{60} + g_{ie} = 22 \cdot 10^{-3}; \quad G_2 = \frac{1}{84} + g_{or} = 12 \cdot 10^{-3}$$

$$\varphi = \varphi_{re} + \varphi_{fe} = 553^\circ \quad \gamma = 0,0017 \ll 1$$

olduğundan osilasyon tehlikesi yoktur.

2. Kat Bundan önceki kat hesabına benzer şekilde

$$a = 1$$

$$Ct = C\zeta + Cy$$

$$C\zeta = b_{or}/w = 3pF$$

$$Cy = 6pF$$

$Ct = 9pF$ olup $f = 200$ MHz, $B = 18$ MHz için $= 200/18 = 11$, $R_{ef} = 975$ ohm olur. 3. katın giriş direnci 200 Ohm olduğundan

$$R = 165 \text{ Ohm}$$

$$K_{c2} = 8,5$$

bulunur. $a = 1$ olduğundan ara noktada bölünme yoktur.

Osilasyon durumu :

$$G_1 = 5,18 \cdot 10^{-3}$$

$$G_2 = 7,7 \cdot 10^{-3}$$

$$\varphi = 533^\circ$$

$$|y_{re}| = 1.10^{-3}\Omega^{-1}$$

$|y_{fe}| = 52.10^{-3}\Omega^{-1}$ ile verildiğinden $\gamma = 0,065 \ll 1$ olur ve dolayısıyla osilasyon tehlikesi yoktur.

3. *Kat* Bu katta bir soğutucu kullanmak gerekmektedir. Soğutucuyu, kollektör - toprak kapasitesini küçük tutmak için, ekrandan uzaklaştırma durumu olmuştur. Buna rağmen $C_i = 11$ pF'lık bir paralel kapasite teşekkül etmiştir.

$L_{41} = 57$ nH, $Q_{ef} = 11$, $R_{ef} = 800$ Ohm, $a^2 = 4$ olduğundan yükten ak-seden 120 Ohm'luk direnç ile 800 Ohm'luk direncin paralel eşdeğeri 112 Ohm ve $K_{v3} = 4$ bulunur.

Toplam gerilim kazancı ise

$$K = K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} = 4 \times 8,5 \times 4 = 136 \text{ dır. Bu ise } 42,7 \text{ dB eder.}$$

İkinci kat kazancının büyük olması için $I_c = 12$ mA lik bir kollektör akımı ön görülmüştür ve $V_{CE} = 10$ V dur.

DEVRENİN ÇALIŞMASI ÜZERİNDE GÖRÜŞ VE DÜŞÜNCELER :

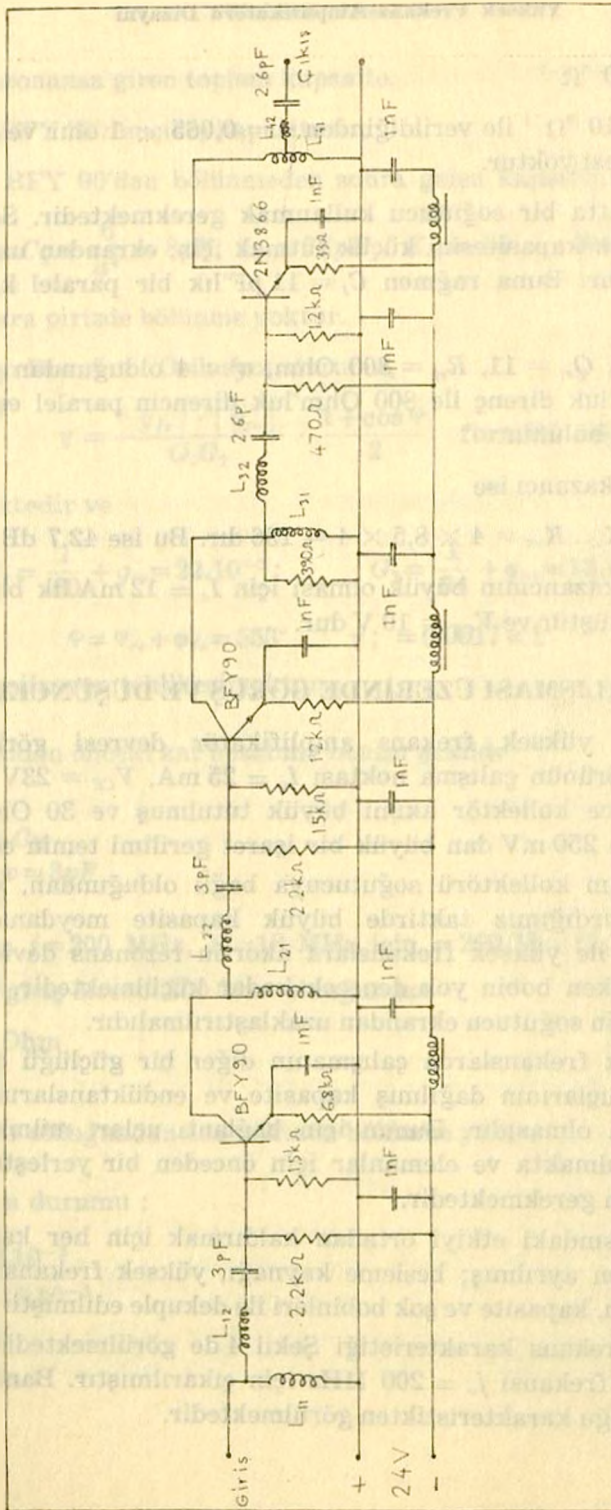
Şekil 3 de yüksek frekans amplifikatör devresi görülmektedir. 2N3866 tansistörünün çalışma noktası $I_c = 25$ mA, $V_{CE} = 23$ V olarak seçilmiştir. Böylece kollektör akımı büyük tutulmuş ve 30 Ohm'luk yük direnci üzerinde 250 mV dan büyük bir işaret gerilimi temin edilmiştir.

Çıkış katının kollektörü soğutucuya bağlı olduğundan, soğutucuyu ekrana yaklaştırdığımız taktirde büyük kapasite meydana gelmekte ve bu kapasite ile yüksek frekanslara akortlu rezonans devreleri teşkil etmek için gereken bobin yok denecek kadar küçülmektedir. Bu kapasiteyi azaltmak için soğutucu ekrandan uzaklaştırılmalıdır.

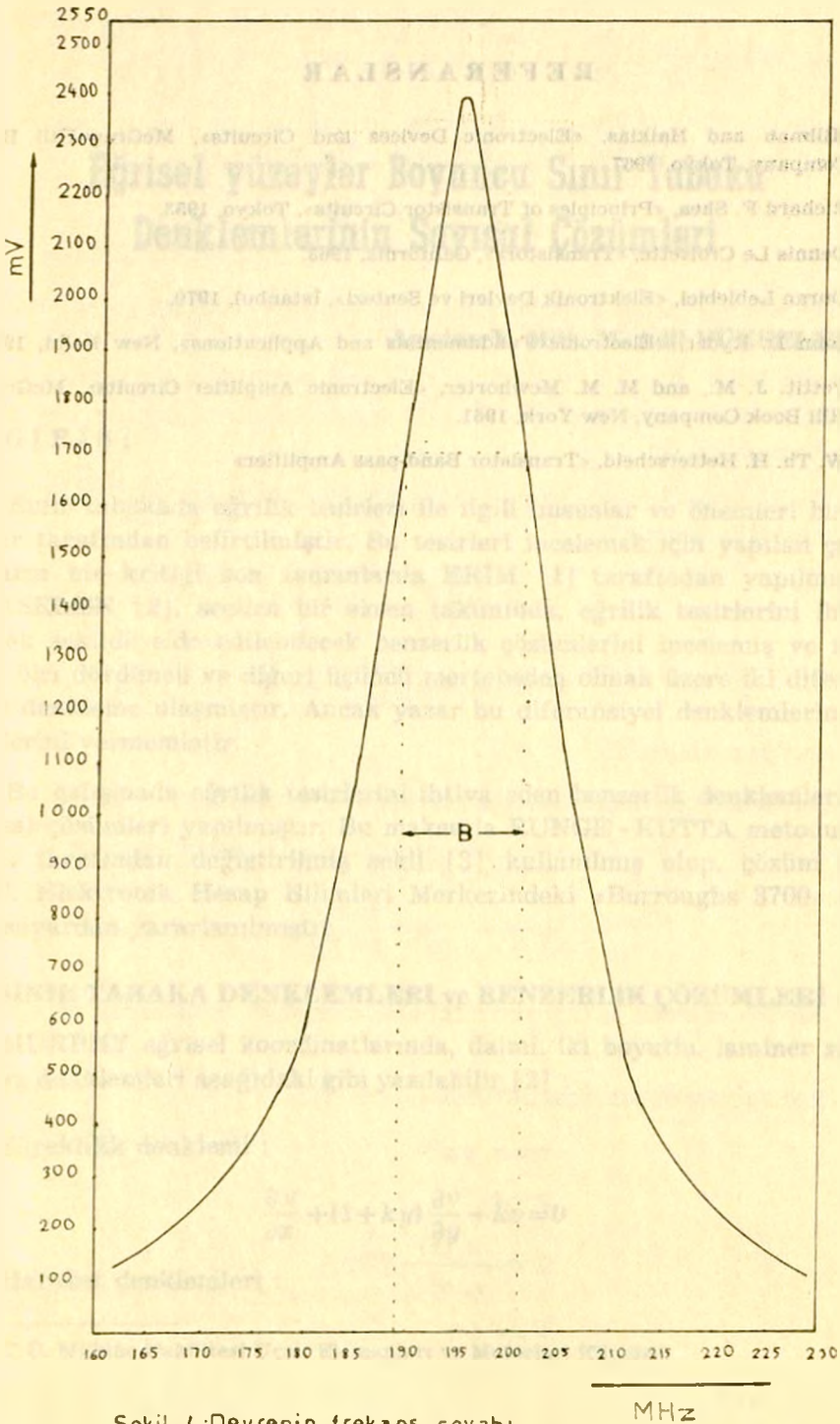
Çok yüksek frekanslarda çalışmanın diğer bir güçlüğü de, elemanların bağlantı uçlarının dağılmış kapasite ve endüktanslarının bu frekanslarda etkili olmasıdır. Bunun için bağlantı uçları mümkün olduğu kadar kısa tutulmakta ve elemanlar için önceden bir yerleştirme plânının hazırlanması gerekmektedir.

Katlar arasındaki etkiyi ortadan kaldırmak için her kat birer ekranla birbirinden ayrılmış; besleme kaynağı, yüksek frekanslı işaretlerden ayırmak için, kapasite ve şok bobinleri ile dekupe edilmiştir.

Devrenin frekans karakteristiği Şekil 4 de görülmektedir. Karakteristik rezonans frekansı $f_o = 200$ MHz için çıkarılmıştır. Band genişliğinin 14 MHz olduğu karakteristikten görülmektedir.



Şekil 3. Yüksek frekans amplifikatör devresi.



Şekil-4: Devrenin frekans cevabı

MHz

REFERANSLAR

- 1) Millman and Halkias. «Electronic Devices and Circuits», McGraw-Hill Book Company, Tokyo, 1967.
- 2) Richard F. Shea, «Principles of Transistor Circuits», Tokyo, 1953.
- 3) Dennis Le Croisette, «Transistors», California, 1963.
- 4) Duran Leblebici, «Elektronik Devleri ve Sentezi», İstanbul, 1970.
- 5) John D. Ryder, «Electronic Fundamentals and Applications», New Delhi, 1974.
- 6) Pettit. J. M., and M. M. Mcwhorter. «Electronic Amplifier Circuits», McGraw - Hill Book Company, New York, 1961.
- 7) W. Th. H. Hetterscheid, «Transistor Band-pass Amplifier»