

# Modern Haberleşme Tekniğinde

## Gürültü Sıcaklığı

Dr. Y. Müh. H. Ş. OBANÇ  
(O.D.T.U.)

### 1. Giriş :

Haberleşme sistemleri genel olarak verici, verici anteni, yayılma ortamı, alıcı anteni ve alıcıdan meydana gelirler. Alıcı çıkışında istenen gürültüsüz bir işaret verir ve bu şart genellikle haberleşme uzaklığını ve aktarılan haber miktarını kısıtlar. Bu güçlüğü kaldırmak için «Parametrik Yükselteç», «Maser», gibi gürültüyü azaltıcı, daha doğrusu sisteme az gürültü katan cihazlar geliştirilmiş bulunmakta ve devamlı olarak bu yönde çalışmalar yapılmaktadır. Bu yazı serisinde modern bir haberleşme sisteminin ana problemleri ile kullanılan bazı yeni tarifler ve cihazlar kısa olarak anlatılacaktır. Kullanılan bir çok teknik kelimelerin Türkçeleri ya hiç bulunmamakta veya henüz alışılmamış, durumda olduğundan, okurların eleştirme ve teklifleri kıvançla karşılanacak ve ileriki yazılarda kullanılarak yeni eleştirme- lere yol açılacaktır.

### 2. Gürültü Kat Sayısı:

Bir elemanın gürültü durumu «Gürültü Kat Sayısı» ile verilmekte ve bu terim giriş işaret /gürültü oranının, çıkış işaret/gürültü oranına bölümü şeklinde tarif edilmektedir, ki matematiksel olarak :

$$F = \frac{S_g/N_g}{S_g/N_c} \quad (D)$$

ifade edilir ve bu eşitlikte F gürültü kat sayısını, S girişteki işaret gücünü, N<sub>g</sub> girişteki gürültü gücünü, S<sub>ç</sub> çıkıştaki işaret gücünü, N<sub>c</sub> çıkıştaki gürültü gücünü göstermektedir. Pratikte bu sayı desibel cinsinden aşağıdaki şekilde ifade edilir •.

$$F = 10 \cdot \log \frac{S_g/N_g}{S_g/N_c} = 10 \cdot \log \frac{N_c}{N_g} \quad (2)$$

Eğer bir dört uçlu, tatbik edilen işarete hiç bir gürültü ilâve etmiyorsa kendisi bir zayıflatıcı veya bir yükselteç olarak, girişindeki işaret ve gürültüyü aynı oranda zayıflatır veya yükseltir ve böylece girişteki işaret/gürültü oranı çıkışta

da aynen korunmuş olur. Bu durum (1) e göre verir ki araş- F = 1 yani (2) ye göre tırmaların bütün amacı böyle bir elemanı elde edebilmek; daha doğrusu buna yaklaşımdır.

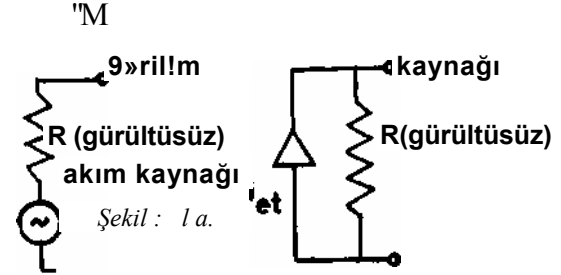
### 3. Gürültü Sıcaklığı :

Bir direnç, gürültü ölçen bir cihazın girişine bağlandığı zaman, dar bir frekans bandı (df) içinde etkili gerilim olarak :

$$e_{at.} = \sqrt{4kTRdf} \quad \text{volt ölçülür Bu eşitlikte :} \quad (3)$$

k : 1.37 x 10<sup>-23</sup> joule/°K (Boltzman Katsayısı)  
T : °K ..... (Direncin sıcaklığı)  
R : Ω ..... (Direncin değeri)  
df : Hz ..... (ölçü aletinin gürültü band genişliği)

Bu durumda bir direnci gürültüsüz bir direnç ve gürültüsünü gösteren bir gürültü kaynağı ile temsil etmemiz mümkün olur. (Şekil : 1 a)



Böylece, bir direncin uçlarına gürültüsüz bir direnç bağlanırsa (Şekil : 1.b) ve bu bağlanan direnç esas direncin değerine eşitse devreden geçen akım

2R

ve gürültüsüz direnç üzerinde harcanan güç, id bu durumda gürültülü dirençten çekilebilecek maksimum gücü temsil etmektedir.

Diğer taraftan gürültü kat sayısı, F, (1), aşağıdaki şekilde yeniden yazılabilir :

Rinormat)  $\leftrightarrow$  R (gurultu süz )

$$s_a \cdot G \quad N \cdot G \quad (9)$$

bu eşitlikte G elemanın kazancını göstermektedir ki bu birden büyük veya küçük olabilir. Gürültü kat sayısının ölçülmesi esnasında giriş, uçlarının uygun bir dirençle kapatılması gerektiği göz önünde tutularak gürültü katsayısı aşağıdaki/Şekilde tarif edilmiştir.\*

«Belirli bir frekanstaki gürültü kat sayısı, aynı frekansta çıkıştaki maksimum alınabilecek gürültü gücünün, gene çıkışta ölçülen fark girişindeki 290 °K (17 °C) rezistanstan alınarak elemandan geçip çıkışa erişen gürültü gücüne oranına eşittir.»

Böylece çıkıştaki maksimum alınabilecek gürültü gücü,  $N_c$ , girişteki direncin verebileceği gürültü gücü, k 290 df, ve yalnız bu gücün elemanın çıkışındaki değeri, G k 290 B, ve böylece gürültü katsayısı :

$$F = \frac{N}{G \cdot k \cdot 290 \cdot B} \quad (10)$$

ki burada B elemanın gürültü band genişliğini temsil etmektedir ve şu şekilde tarif edilir :

$$B = \frac{G(f) \cdot df}{G_{maks}} \quad (10a)$$

Bundan da anlaşılacağı üzere (1) de verilen tarifi «Ancak ve ancak giriş gürültü sıcaklığı 290 °K olduğu takdirde gürültü kat sayısı giriş işaret gürültü oranının çıkış işaret gürültü oranına bölünmesine eşittir» şeklinde değiştirmek gerekmektedir

Bu durumda dört uçlunun çıkışında alınabilecek maksimum güç

$$P_{maks} = k \cdot B \cdot F \cdot G \cdot 290 \text{ watt} \dots \dots \dots (11)$$

ve evvelce yaptığımız tarife göre (7)  
gürültü sıcaklığı

$$T = \frac{k \cdot B \cdot F \cdot G \cdot 290}{k \cdot B} = F \cdot G \cdot 290 \text{ °K}, \quad (12)$$

bu sıcaklığın bir kısmı dört uçluda meydana gelmiş olup bir kısmı da girişinde bulunan ve 290 °K gerçek sıcaklıkta olan dirençten gelmektedir. Bu son kısım 290.G °K dir, çünkü girişteki güç, k.290.B, dört uçludan geçince k.290-B.G., şeklini alır ve sıcaklık cinsinden de 290.G ye eşittir. Böylece yalnızca dört uçluda meydana gelen sıcaklık :

\* Proc. IRK, July 1957, 3. 1000.

ŞeTcell : 1 b.

$$4R \quad (5)$$

Bu durumda, bir direncin gürültüsü, kendisinin direnç değerinden bağımsız olarak ve yalnızca sıcaklığı ile ifade edilebilir. Yukardaki ifadede k bir sabit ve df de ölçü aletinin bir özelliği olduğu için dirençle bir ilgileri yoktur. Kısaca bir direncin verebileceği maksimum gürültü gücü yalnız ve yalnız sıcaklığına bağlıdır ve direncin değerine bağlı değildir.

#### 4. Gürültü Kat Sayısının Gürültü Sıcaklığı Cinsinden ifadesi:

Bir iki uçlunun verebileceği maksimum gürültü gücü  $P_{maks}$ . ise bu iki uçlu, aynı maksimum gücü verebilecek dirençle aynı sıcaklıktadır geklinde bir tarif yapmak mümkündür.

$$P_{maks} = k \cdot T \cdot df \dots \dots \dots (6)$$

\* maks  
direnç  
iki uçlu

Bu durumda iki uçlu  $P_{maks}$  watt gürültü iki uçlu

gücü verebilir diyeceğimize, bu iki uçlu T "K sıcaklığındadır diyebiliriz. Bu noktada belirtilmesi gereken husus bu T °K sıcaklığının genel olarak, iki uçlunun gerçek sıcaklığı ile, hiç bir ilgisinin bulunmamasıdır. Kısaca, gürültü sıcaklığı yalnız ve yalnız o iki uçlunun verebileceği maksimum gürültü gücünün bir ölçüsüdür ve k (Boltzman Katsayısı) yi kullanmadan hesap yapmak mümkün olur.

özet olarak; bir iki uçlunun verebileceği maksimum gürültü gücü  $P_{maks}$ - ise bu iki uçlunun gürültü sıcaklığı :

$$T = \frac{P_{maks}}{k \cdot df} \quad (7)$$

veya bir iki uçlunun gürültü sıcaklığı T °K denildiği zaman bu iki uçlunun verebileceği maksimum gürültü gücü :

uçlu

demektir. 30

$$= F.G.290 - G.290$$

dört uçlu

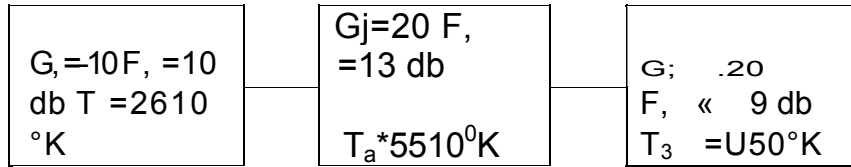
$$= (F - 1) G.290 \text{ } ^\circ\text{K} \quad (13)$$

(13) den görüldüğü üzere bir dört uçluyu hem gürültü katsayısı hemde kazancı ile tarif etmek gerekmektedir. Genellikle bu gürültü girişte meydana gelmiş gibi kabul edilir ve tabiatıyla çıkışta bu sıcaklığı (gücü) verebilmesi için girişteki gürültü (13) ün kazanca bölünmesi ile elde edilir. Böylece dört uçunun etkili giriş gürültü sıcaklığı :

$$T_{\text{ek}} = (F - 1) 290 \text{ } ^\circ\text{K} \quad (14)$$

Bu tarif bilhassa uzay haberleşmesinde çok faydalı olmaktadır. Çünkü, antenden giren gürültü genellikle sıcaklık cinsinden tarif edilegelmiş olmakta ve meselâ anten sıcaklığı 100 °K, alıcı etkili giriş sıcaklığı 300 °K dendiği zaman girişteki gürültü durumunu daha iyi olarak canlandırmak mümkün olmaktadır.

Son gelişmeler alıcı gürültüsünü o kadar çok küçültmüş durumdadır ki, desibel olarak gürültü kat sayısının verilmesi kullanışsız şekle girmişti. Bu durumu, yani gürültü kat sayısı yerine gürültü sıcaklığının kullanılmasının sağladığı kolaylığı aşağıdaki misalde daha iyi görebiliriz :



özellikleri şekil : 2 de belirtilen üç yükselteç ardışına (kaskad) bağlanmış durumdadır ve tüm sistemin giriş gürültü durumu bulunacaktır.

Alışlagelmiş metotla;

$$\text{antilog} - \frac{1}{10} - 1 \text{ an ti log} - \frac{1}{10} \quad (15)$$

$$= 10 + 19/10 + 5/200 = 11.925 \text{ F}_T(\text{db})$$

$$= 10 \cdot \log 11.925 - 10.7637 \text{ db Sıcaklık}$$

cinsinden ise (14e göre)  $T_T = (11.925 - 1) \cdot 290 = 3168.25 \text{ } ^\circ\text{K}$

Kolaylıkla gösterüebildiği gürültü sıcaklığı kullanılarak tüm sistemin giriş sıcaklığı aşağıdaki şekilde yazılabilir :

$$T_T = T_1 + \dots \quad (16)$$

$$= 2610 + 5510/10 + 1450/200 = 3168.25 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Mümkün olduğu takdirde gelecek yazıda, uzun zamandır Radyo - Astronomide kullanılan ve fa-

kat haberleşme sistemlerinde ancak uzay haberleşmesi çalışmalarından sonra kullanılmaya başlanan «Anten Sıcaklığı» kavramı bu yazıdan yararlanarak anlatılacaktır

KXXXXXXXX \*XXXXXXXXXXXXXXXXX \* ^ ^

## İyi İngilizce Bilen Mühendisler Aranıyor

**ÇUKUROVA ELEKTRİK ANONİM ŞİRKETİ'NİN KURMAKTA OLDUĞU HİDROLİK VE TERMİK SANTRAL VE ŞEBEKE İŞLERİNDE, BÜRODA VEYA İŞYERİNDE DAİMÎ VEYA MUVAKKAT OLARAK ÇALIŞACAK ASKERLİĞİNİ YAPMIŞ İYİ İNGİLİZCE BİLİR ELEKTRİK, MAKİNA VE İNŞAAT MÜHENDİSLERİNE İHTİYAÇ VARDIR.**

**ARZU EDENLERİN ÇUKUROVA ELEKTRİK A.S. ADANA ADRESİMİZE (BAY ZEKİ TURGAY VEYA VAKIF ACUNSAI'IN DİKKATİNE) İŞARETİ İLE BİLDİRME-SİNİ RİCA EDERİZ. TAHSİL VE ÇALIŞMA DURUMU İLE ÜCRET HUSUSUNDAKİ DÜŞÜNCELERİN DE BİLDİRİLMESİ İYİ OLACAKTIR.**

**ÇUKUROVA ELEKTRİK A.Ş.**

(E. M. — 433)

\*\*\*\* X \*\*\*\* » « ^ \*\*\*\*\* X X ^