

Stereofonik plâk kaydına ait yeni bir elektronik metod ve iki yollu bir dinleme amplifikatörü n

Çeviren : **Duran LEBLEBİCİ**
Y. Müh. - İ T O.

GİRİŞ:

Ses kayıt ve dinleme cihazlarının hızla gelişmesi sonunda sesin yükseklik, tını ve gürlüğü'nün, aslının aynı plarak tekrar edilebilmesinin mümkün olmasından sonra çalışmalar bu defa da «doğrultu» özelliğine yöneltilmiş ve böylece dinlemede, her sesin geldiği doğrultuyu, dolayısıyla ses kaynağının yerini farketmeyi mümkün kılan «stereofonik» kayıt ve dinleme cihazları geliştirilmiştir.

Sesin doğrultusunu iki kulağa sahip olmamız sayesinde farkedebiliriz. Doğrultuları arasındaki açı 15° den büyük olan iki ses kaynağı birbirinden ayırdedilebilir. Meselâ bir orkestra dinlenirken gözler kapalı dahi olsa

kemanların sesinin soldan, çelloların sesinin sağdan geldiği farkedilebilir. Doğrudan doğruya dinlemede müşahade edilen bu özellikleri meselâ bir plâktan dinlemede de mümkün mertebe aslına yakın olarak farkedebilmeyi mümkün kılan stereofonik sistemlerde 'kayıt (alma) için, kulakların baştaki konumuna benzer şekilde yerleştirilmiş iki ayrı mikrofon kullanılır. Dinleme için de bu miklofonların işaretlerinin doğrudan doğruya veya vasıtalı olarak sürdüğü iki ayrı amplifikatör ve hoparlör sisteminden faydalanılır.

Uzun zamandan beri stereofonik ses cihazlarının kullanışlı bir hale getirilebilmeleri için büyük gayretler sarfedilmektedir. Band yahut film gibi magnetik sistemlerde, kayıta kullanılan genişliği münasip şekilde ikiye ayırmak sureti ile kullanışlı bir çözüm tarzı bulunmuştur. Beri yandan modern gramofon plâkları, bugün için, sürenin kullanılan faydalı alana oranının en büyük olduğu kayıt ortamlarıdır. Aşağı yukarı 30 saniyelik bir sesin plakta 1 inch karelik bir alana sığdırılabilmesine mukabil aynı ses 3 inch/saniyelik

(*) Bu yazı Audio mecmuasının Oct. 1958, Vol 42, No. 10 sayısındaki B B Bauer, J Hollywood ve G Maerke'in «A Two-Way Stereophonlc Amplifier» adlı makaleleri ile aynı mecmuanın Nov. 1958, Vol 42, No 11 sayısındaki H. Derlioh, H-J Klemp vs S P Temmer'in «New Electromecuanlc Mettiod of Mntrlxlng tte Two Comyoneuis in Stereophonlc Dlsc Recordlng» adlı makalelerinden kısaltılarak çevrilmiştir.

bir hızla ilerleyen iki yollu bir bandda bunun en aşağı beş katı bir alana sığdırılabilir. Aşağıda, kullanılan stereofonik plâk kayıt metodlarından kısaca bahsedilmekte ve yeni bir kayıt metodu anlatılmaktadır

Çift Çizgili Kayıt:

Bazı stereofonik plâklarda iki kanal plâk üzerinde yanyana iki ayrı çizgi halinde kaydedilmiştir. Bu plâkların aynı pikap kolu ucu-na yerleştirilmiş iki ayrı iğne ve iki ayrı pikap yardımı ile dinlenmeleri mümkündür. Bu metodun iki mühim mahzuru vardır: Birincisi, tek sesli kayda nazaran iki misli alana lüzum hasıl olması, dolayısı ile aynı alan için kayıt süresinin yan yanya azalmasıdır, ikinci ve daha mühim mahzur da iki kanal arasındaki faz senkronizasyonunu teminin son derece güç olmasıdır, iki kanal arasındaki faz bağıntısının emniyeti, kayıt ve dinleme iğne sistemlerinin durumuna bağlıdır. Diğer taraftan faz bağıntısının plâğın çevresinden içeriye doğru aynı kalması istenir ki bu da mekanik olarak temini güç bir husustur.

Stereofonik kaydın tek sesli kayıta olduğu gibi bir iğne ile kaydedilip bir iğne ile dinlenmesi mümkün olsaydı bütün bu problemler bertaraf edilmiş olacaktı. Şimdi böyle, bir iğne ile kaydedip dinlemeyi ve tek bir çizgiden iki bileşeni ayırdetmeyi mümkün kılan iki metodu kısaca görelim.

Taşıyıcı Frekans Metodu :

Bu metod esas olarak taşıyıcı frekanslı telefonunkine benzer bir prensibe dayanır. Burada da bir taşıyıcı sistem mevcuttur. Birinci kanal işareti, meselâ 12 KHz lik bir alçak geçiren filtreden geçirildikten sonra doğrudan doğruya kayıt iğnesini tahrik eder. Birinci kanal sahasının hemen üstünde bulunan bir taşıyıcı frekans, ikinci kanal işareti ile modüle edilir. Üst yan band ($f_1 + f_2$) bir yüksek geçiren filtreden geçirildikten sonra birinci kanal ve bir senkronizasyon işareti ile birlikte kaydedilir. Şu halde kaydedilen bandın genişliği bir kanalın band genişliğinin iki katından biraz daha fazla olacaktır. Meselâ 12 KHz lik bir band genişliği isteniyorsa kaydedilen işaretin toplam band genişliği 25 KHz kadar olur.

Dinlemede kullanılacak sistemin, 25 KHz lik bir band genişliğini sadakatla geçirebilmesi lazımdır. Bir ön amfifikasyondan sonra birinci kanal bir alçak geçiren filtre ile ayırtd edilir. Bir yüksek geçiren filtre de ikinci kanalı ayırtd eder. Bu işaret bir ring modülatöründe, taşıyıcı frekansa eşit frekanslı bir işaret ilâve edilerek demodüle edilir. Bu frekans, plâk üzerine kaydedilmiş olan senkro-

nizasyon işaretlen yardımı ile senkronlanan bir mültivibratordan elde edilebilir. Plâkların dinlemedeki devir sayılarının kayıttakinden farklı olması halinde de iyi demodülasyon temini için bu senkronlama lüzumludur.

Yukarda anlatılmış olan sistem İngiliz Decoa laboratuvarları tarafından uzun müddet kullanılmıştır. Band genişliğinin doğrudan doğruya güçlükler bir tarafa bırakılırsa sistem hakikaten güzel ve bugünkü en ileri sistemlerle kalite bakımından aynı ayardadır. En mühim mahzuru dinleme cihazının demodülasyon ve sair sebeplerle karışık ve pahalı olmasıdır. Bundan dolayı aşağıda görülecek olan daha başka çözüm yollarına gidilmiştir.

İki Bileşen Yahut Vektör Sistemi :

Tek çizgili kayıt kullanan yukardaki metodun kanalları elektronik olarak ayırdetmesine mukabil problemin mekanik olarak çözülmesi de mümkündür: Kaydedilen çizgi, birbiri ile dik açı yapan iki bileşen halinde, iki ayrı işaret kanalını birlikte ihtiva eder. Bu iki dik bileşenin plâk yüzeyine göre konumu mühim değildir. Bununla beraber pratikte iki konum tipinin kullanılması uygun görülmüştür: Birincisinde doğrultulardan biri yatay, ikincisinde ise doğrultular plâk yüzeyi ile 45° lik açı yapmaktadır.

Bu metoda işaretlerin kaydedilmesi için birinci ve ikinci kanala ait işaretleri iğneye, uygun yönlü bileşenler olarak intikal ettirebilecek bir kayıt sistemine ihtiyaç vardır. Dinleme sistemi de bunun aksini, yapar. İğnenin mekanik hareketi birbirine dik doğrultuda iki bileşene ayrılır ve bu bileşenler iki ayrı pikap tarafından elektriksel işaretlere çevrilir. Bu sistemde en mühim nokta, gerek kayıta, gerekse dinleme cihazında bileşen doğrultulan arasındaki açının doğruluğu ile bu doğrultulan plâk düzlemi ile teşkil ettiği - açının doğruluğudur. Ancak bu açılar hatasız olduğu zaman kanallar arasında maksimum ayırma temin edilebilir.

Bu sisteme ait ilk deneyler İngilterede E. M. I. Ltd. tarafından yapılmış ve iki kanalda da zıt reaksiyon kullanan bir kayıt cihazı 1955 de TELDEC firması tarafından gerçekleştirilmiştir.

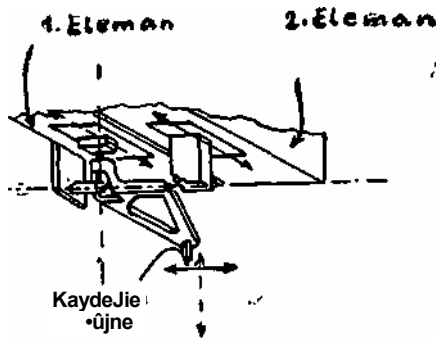
Vektörel Kayıt Sisteminde Kalite :

Dinlemede stereofoninin kusursuz olarak temin edilebilmesi için iki kanalın da hem mümkün mertebe geniş bandlı ve distorsiyonsuz, hem de birbirleri ile eş kalitede olmaları lazımdır. Aynı zamanda kanalların birbirinden gayet iyi bir şekilde ayrılmış olması icabeder. Bu ayrılma, sesin derinliğinin hakikatine uyması bakımından mühimdir. Ya-

puan çok sayıda dinleme testi ve deney göstermiştir ki yüksek kaliteli bir stereofonik dinleme için iki kanaldan birinde bulunan diğer kanala ait işaretlerin 20 db den-daha fazla zayıflamış olması lâzımdır. Bu değer gerek,, band, gerekse plâk için caridir. Dinlemede iki kanal arasındaki zayıflamanın 20 db olması istendiğine göre, plâk endüstrisinde, kitleden dolayı meydana gelecek karışmalar da nazarı itibara alınarak toleranslar geniş tutulur ve kayıta en aşağı 30 db lık bir ayırma kullanılır. Bu derece yüksek bir ayırma, kayıt kafasının mekanik hareketlerinin son derece hassas olması ile temin edilebilir. Hareket toleransları şöyledir: Kayıt iğnesinin hareket bileşenlerinin doğrultulan, kabul edilen doğrultulardan en fazla $1,5^\circ$ ayrılabilir. Bu, yüksek frekanslarda, meselâ 10 kHz de sadece 0,001 m'lik ($2,54 \cdot 10^{-3}$ mm) bir fiziksel deplasmana tekabül eder. Bu mertebeden büyüklükler mekanik metodlarla ölçülemezler. Başka bir deyişle mekanik sistemlerin bu mertebeden doğrulukları mekanik veya optik yollarla kontrol edilemez. Sistemde tek çıkar yol olarak iğnenin hareketi elektro - mekanik zıt reaksiyon kullanılmak sureti ile kontrol ve stabilize edilmektedir. Böyle bir zıt reaksiyon aynı zamanda frekans bandının genişlemesine ve distorsiyonun azalmasına da yardım eder. Bununla beraber, böyle iki bileşenli bir sistem de halledilmesi gereken ve aşağıda kısaca anlatılacak olan bazı lineer olmayan (non lineer) distrosiyon problemleri de mevcuttur.

Çift Hareketli, Zıt Reaksiyonlu Kayıt Kafası :

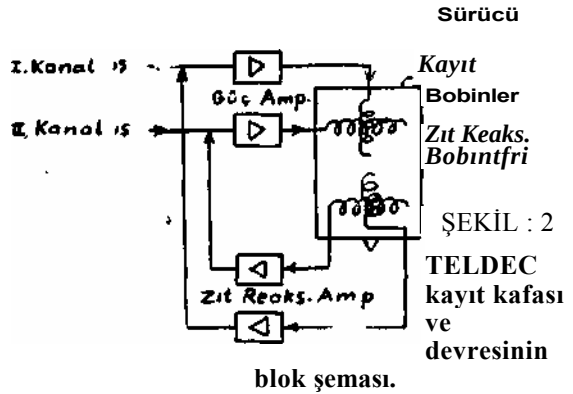
Kayıt iğnesinin karışık hareketlerinin iki bileşende toplanması, prensip itibariyle basit bir yoldan temin edilebilir: iğneye mekanik bir kaldıraç sistemi ile bağlanmış iki, normal tek hareketli transdüktör kullanılır (Şekil: 1) 1 Numaralı sistem, iğnenin düşey doğ-



ŞEKİL : 1 Mekanik kuilajlı, iki elemanlı bir kayıt kafası.

rultudaki hareketini, 2 numaralı sistem ise iğnenin yatay doğrultudaki hareketini temin eder. İki sistemin hareketi doğrultu ve genliği, hareket doğrultularındaki bileşenlerin değeri ve faz bağıntısı ile beliren bir bileşke hareket meydana getirir.

Tecrübe, bu esasa göre çalışan kaydedicilerin çok narin olduğunu göstermiştir. Her bir transdüktör tek başına çok yüksek kaliteli olsa dahi neticenin kalite ve stabilitesi-nin yüksek olmasının temini son derece güçtür. Her bir elemana ayrı ayrı tatbik edilmiş olan elektro - mekanik zıt reaksiyon, iki elemtan, iğne ile olan mekanik bağlantıları sebebi ile birbirlerine de bağlı olduğundan, bu yoldan gelen girişime mani olamaz. Ancak elemanlar, tek bir düzlem içinde hareket edebilecek şekilde yataklanarak kullanılan zıt reaksiyon sisteminin bir fayda vermesi sağlanabilir.



Zıt reaksiyon devreleri, her bir hareket için bağımsız ve tam bir zıt reaksiyon temin edecek şekilde düzenlenmiştir. (Şekil 2) Zıt reaksiyon gerilimleri, iğnenin yakınına yerleştirilmiş iki ayrı bobin vasıtası ile elde edilir -ve kayıt amplifikatörlerinin girişine tatbik edilir. Bu yolla iki devrede hem bir lineer kompanzasyon elde edilmiş, hem de iğnenin müsaade edilen miktardan daha fazla hareket etmesi önlenmiş olur. Meselâ mekanik bir direnç sebebi ile iğne bir transdüktörün icabettirdiğinden başka şekilde hareket etmiş olsun Bu, diğer zıt reaksiyon bobininde, hata ile' orantılı bir gerilim meydana getirir. Bu gerilim zıt polarite ile birinci kayıt amplifikatörüne tatbik edilmiş olduğundan, sonuçta iğneye mekanik direncin tatbik ettiği kuvvete ters yönde ve ona eşit bir kuvvet tesir eder ve lineerlik temin edilmiş olur.

Böylte bir zıt reaksiyon devresi, iğnenin iki hareketinin tamı tamına birbirine dik ol-

ması halinde emin bir sonuç verir ve ancak bu şekilde iki kanal arasındaki karışma minimuma indirilmiş olur. Hareket doğrultularının plâğa göre durumu ya yatay - düşey yahut da plâk yüzeyi ile 45° lık bir açı yapacak şekilde seçilir. İki sistem, sürücü bobinlerle zıt reaksiyon bobinlerinin yazıcı kafa üzerindeki durumlarına göre ayırılır ve birinden diğerine, doğrultuların teşkil ettiği açıyı 45° çevirerek geçilebilir. Böyle yapıldığı takdirde bir haldeki sürücü işaret genliklerine diğer halde ilk haldekilerin toplam ve farkları tekabül eder. (Şekil 3)

V-H

V

Yatay B i (efe n

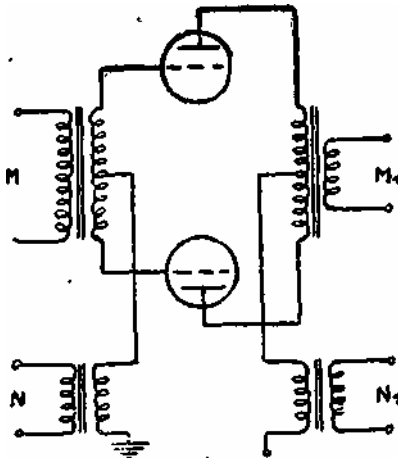
ŞEKİL: 3

Yatay - düşey bir kayıtlın, vektörlerin toplam ve farkları yardımı ile $45/45$ ilk bir kayıda dönüştürülmesi.

İki Yollu Bir Stereofonik Amplifikatör:

Stereofonik dinleme cihazlarında iki ayrı dinleme kanalının lüzumlu olması sebebi ile maliyet, tek sesli dinlemedekinin iki katına çıkar. Maksat, kaliteden fedakârlık yapmaksızın maliyeti düşürmek ve bu tip cihazların halk tarafından dinlenebilir bir hale gelmesini temin etmektir. Aşağıda anlatılmış olan amplifikatör bu probleme oldukça tatminkâr bir çözüm teşkil etmektedir.

Bu yeni amplifikatör, iki ayrı ve bağımsız



ŞEKİL: 4

İki ayrı işaretin tek bir paspal devre ile amplifikasyonu.

sız işareti tek bir puspu amplifikatör katı kullanarak kuvvetlendirdiği için iki yollu amplifikatör adı verilmiştir. İki kanalın birbirinden ayrılması 25 db den daha iyidir. Maliyet, tek yollu bir normal amplifikatöründen biraz yüksek, fakat iki ayrı tek yollu puspu amplifikatöründen bir hayli aşağıdır.

Amplifikatörün çalışma prensibini kavrayabilmek için şekil (4) de verilen A veya AB sınıfı puspu çıkış katı devresine bakalım. Bu kat, normal bir transformatör kupajlı puspu çıkış katından, bir yerine iki giriş ve iki çıkış transformatörü ihtiva etmesi bakımından fark eder. M sargısına bir işaret tatbik edilmesi halinde çıkış tüplerinin ızgaraları zıt yönde sürülür ve devre normal bir puspu çıkış katı gibi çalışarak M, sargısının uçlarında kuvvetlendirilmiş işareti hasıl eder. Tüplerden birinin anod akımı artarken diğerinki azalacağından toplam anod' akımında bir değişme olmaz ve dolayısı ile N, uçlarından hiçbir işaret alınmaz. N sargısına tatbik edilen bir işaret ise tüpleri aynı yönde süreceğinden anod akımlarındaki artma ve azalmalar birbirine eklenir ve dolayısı ile N, uçlarından kuvvetlendirilmiş çıkış işareti alınır. M, sargısının bulunduğu transformatörün primerinin eşit parçalarından zıt yönlü ve eşit akımlar geçtiğinden, M, uçlarından bir işaret alınmaz. Böyle bir amplifikatör, iki bağımsız işaretin, bu arada Stereofonik bir işaret sisteminin iki bileşeninin iki kanal arasında pek az bir karışma ile kuvvetlendirilmesinde kullanılabilir. Devrenin çalışmasının tena manası ile tatminkâr olmayacağı hemen görülmektedir. En mühim mahzuru, iki kanala ait amplifikasyonun eşdeğer ve eş kaliteli olmamasıdır. Kanallardan biri için puspu, diğeri için paralel çalışan tüpler, ilk kanal için daha büyük bir güç temin edebilirler ve kalite de genel olarak daha yüksek olur ki bu fark, Stereofonik dinlemede istenmeyen bir husustur.



ŞEKİL : ?

$45^\circ/45^\circ$ L ve R bileşenlerinin itye V toplam ve fark bileşenlerine çevrilmesi.

Daha İyi Bir Devre:

Daha iyi bir devre, bilinen prensiplerden faydalanılarak teşkil edilebilir. Şekil (5) de bir plâk üzerine kaydedilmiş bir Stereofonik çizginin kesiti görülmektedir. Yazıcı kafaya

işaret tatbik edilmesi sebebi ile F noktasının Q noktasına gelmeye zorlandığını farzedelim. Bu zorlanma, $45^\circ/45^\circ$ lik stereofonik bileşenler (L ve R) yardımı ile meydana getirilmiş olsun. Şimdi aynı sonucun, $H = 0,707 (L + R)$ ve $V = 0,707 (L - R)$ değerinde bir yatay ve bir düşey bileşen yardımı ile aynen meydana getirilebileceğine dikkat edelim. (Bu değerler şeklin geometrisinden bulunabilir.) Şu halde $0,707$ katsayısı bir tarafa bırakılırsa $45^\circ/45^\circ$ lik bir modülasyon, $S = L + R$ değerinde bir yatay ve $D = L - R$ değerinde bir düşey bileşene sahip bir yatay - düşey modülasyona eşdeğerdir. Yani bu iki kayıt sistemi birbirine eşdeğerdir ve aralarındaki bağıntı bir denklem sistemi ile belirtilebilir. Ayrıca toplam işaretin gücün büyük kısmını taşıdığı ve fark işaretin de stereofonik olayı meydana getirdiği müşahade edilmiştir.

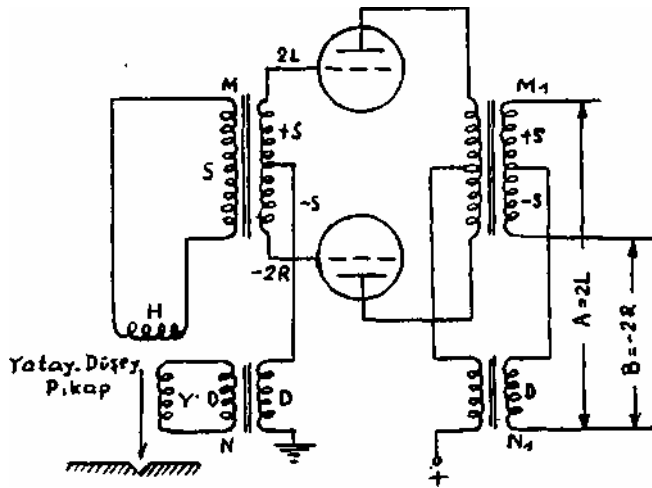
Şimdi bu prensiplerden faydalanarak $45^\circ/45^\circ$ lik bir stereofonik plâğın tek bir puşpul çıkış katı ile nasıl dinlenebileceğini görelim: Plâk, devreye şekil (5) deki gibi bağlanmış yatay - düşey bir dinleme kafası ile dinlenebilir. Yatay kısım $S = L + R$ tüm bileşenini hasil eder ve bu işaret maksimum gücü elde etmek üzere M uçlarına tatbik edilir. Düşey kısım $D = L - R$ fark bileşenini hasil eder ve bu işaret de N uçlarına tatbik edilir. M, sargısının orta ucu çıkarılmıştır ve uçlarında, sarım sayısına bağlı olarak + S ve - S işaretleri hasil olur. N, in bir ucu, bu orta uca bağlıdır. Şimdi, N, m diğer ucu ile M, in dış uçları arasındaki gerilimler hesaplanabilir : $A = D + S = (L - R) + (L + R) = 2L$ $B = D - S = (L - R) - (L + R) = -2R$ Böylece özel bir çıkış katı ve özel çıkış trans-

formatörleri kullanmak sureti ile, $45^\circ/45^\circ$ ile kaydedilmiş bir plâktan iki kanala ait işaretleri ayırdetmenin mümkün olduğu görülür. Çıkış işaretleri, normal stereofonik hoparlör sistemlerine tatbik edilebilir. Burada, fazlardan birinin diğerine göre 180° dönmüş olduğu göz önünde tutulmalı ve çıkışlardan birinin uçları değiştirilerek tashih edilmelidir. Böyle (bir dinleme sistemi kullanarak elde edilecek sonuç, $45^\circ/45^\circ$ lik bir dinleme kafası ile sürülen iki ayrı amplifikatörden elde edilecek sonuçtan farkedilemeyecek kadar iyidir.

$45^\circ/45^\circ$ lik Bir Dinleme Kafası Kullanıl

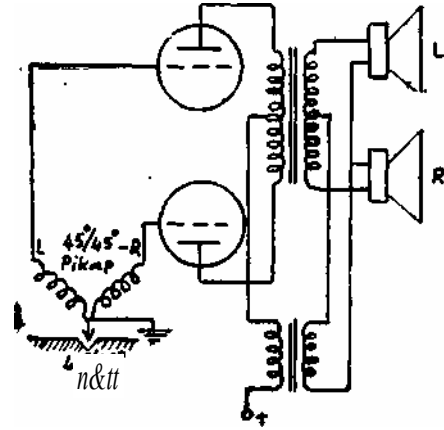
ması:

Böyle bir devre, $45^\circ/45^\circ$ lik bir dinleme kafası ile de kullanılabilir. Tüplerin ızgaralarındaki gerilimleri göz önüne alalım. Şekil (6) dan üst ızgaraya $(L - R) + (L + R) = 2L$, alt ızgaraya da $(L - R) - (L + R) = -2R$ işaretlerinin tatbik edildiği görülmektedir. Şu halde ızgaralardaki gerilimler/normal bir $45^\circ/45^\circ$ lik pikabın verdiği genliğe eşit fakat ters yönlüdür. Bazı stereofonik pikaplar dört çıkış ucuna sahiptir ve bunlar uygun şekilde bağlanmak sureti ile iki yollu bir amplifikatöre doğrudan doğruya tatbik edilebilir. Diğer pikaplar bilhassa zıt işaretli çıkış verecek şekilde yapılmışlardır Böyle bir tertip şekil (7) de görülmektedir.



ŞEKİL : 6

iki yollu amplifikatörün yatay - düşey bir pikap ile kullanılması.



ŞEKİL : 7

İki yollu amplifikatörün $45^\circ/45^\circ$ lik bir pikapla kullanılması.

Ayrıca, stereofonik işaretlerden birinin fazı ters çevrilirse katın puşpul) olarak bir zahiri toplam, işaret ve paralel olarak bir zahiri fark işaret vermeye devam edeceği görülmektedir Bu halde hoparlörlerden birinin fazı ters çevrilerek kanallar arasındaki gerekli faz bağıntısı muhafaza edilebilir.

