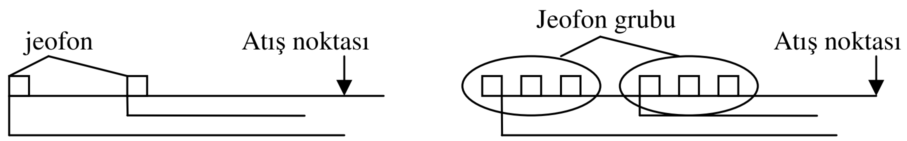
Bölüm 6

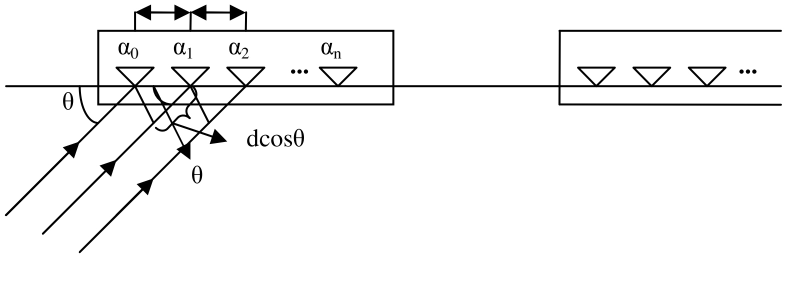
JEOFON GRUPLARI

Eskiden sismik prospeksiyon tekniğinde arazide her kanala bir jeofon bağlanıyordu. Ancak zamanla (sinyal/gürültü) oranını yükseltmek için bir sismik kayıt kanalına birden fazla jeofon bağlanması yoluna gidildi.



Şekilde görüldüğü gibi bir gruplaşmada eğer her grupta n jeofon var ise rastgele gürültüler $\sqrt{n}$ kadar azalacağından (sinyal/gürültü) oranı $\sqrt{n}$ kadar büyüyecektir. Demek ki rastgele gürültüler için jeofon grupları oluşturmak faydalı bir yöntemdir. Bir de organize gürültüler olarak adlandırdığımız gürültüler vardır. Bunlar da iyi veri elde etmemizi engeller. Filtrelenmeleri gerekir. Sismik prspeksiyonda rastladığımız en önemli organize gürültü, yüzey boyunca yayıldığı için, yüzey dalgaları olarak adlandırdığımız Rayleigh dalgaları (veya ‘Ground Roll’) dır. (Diğer bir organize gürültü de sismik tekrarlardır). Ancak filtrelemek istediğimiz yüzey dalgaları, korumak istediğimiz sinyalle ortak frekans (f) bandına sahip oldukları için sinyalin de bir kısmını kaybederiz. Ancak zaman ortamındaki frekans (f) ten başka bir de uzay ortamında frekans olan dalga sayısı (k) ortamı vardır. Bu ortamda, göreceğimiz gibi, sinyal ve gürültü aynı bantlara sahip değildirler. O halde uzay ortamında jeofon grupları yapmak suretiyle yüzey dalgalarını filtrelemeye çalışacağız.

Bilindiği gibi harmonik bir dalga en genel şekliyle $\rho e^{i\varphi}$ şeklinde gösterilir. Burada ρ genlik φ fazdır. $\rho = \omega t$ olduğundan dalga $\rho e^{i\omega t}$ olarak gösterilebilir. (n+1) jeofondan oluşan bir jeofon grubu düşünelim. Jeofonlar arası uzaklık d olsun.



Sismik ışınların yolu, iki jeofon arası uzaklık d ye göre çok büyük olduğundan, jeofonlara gelen ışınları paralel kabul edebiliriz. Buna göre gruptaki birinci jeofona gelen dalga, dalganın hız V ve dalga boyu λ ise;

$$\rho e^{i\omega t} = \rho^{i2\pi \frac{V}{\lambda} t}$$

olcaktır. Diğer taraftan gruptaki n+1 jeofonun duyarlılığı α_1, α_2, α_3, ..., α_n ise; Birinci jeofonun kaydettiği dalga:

$$\alpha_0 \rho e^{i2\pi \frac{V}{\lambda} t}$$

olacaktır. Dalga ikinci jeofona kadar faz farkıyla gelecektir. O halde ikinci jeofona gelen dalga:

$$\alpha_1 \rho e^{i2\pi \frac{(Vt - d\cos\theta)}{\lambda}}$$

olacaktır. (n+1) jeofondan oluşan bir grup için, gelen dalgaların toplamı:

$$A(\theta) = \rho e^{i2\pi \frac{V}{t}} \left[\alpha_0 + \alpha_1 e^{-i2\pi \frac{d\cos\theta}{\lambda}} + \alpha_2 e^{-i2\pi \frac{d\cos\theta}{\lambda} 2} + \cdots + \alpha_n e^{-i2\pi \frac{d\cos\theta}{\lambda} n} \right]$$

olacaktır. $z = e^{-i2\pi \frac{d}{\lambda} \cos\theta}$ dersek;

$$A(\theta) = A(z) = \rho e^{i2\pi \frac{V}{t}} \left[\alpha_0 + \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 + \cdots + \alpha_n z^n \right]$$

$$A(z) = \rho e^{i2\pi \frac{V}{t}} B(z)$$

olur. $\rho e^{i2\pi \frac{V}{\lambda} t}$ gelen daga, A(θ) gruptan çıkan dalga olduğuna göre;

$$B(z) = \left[\alpha_0 + \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 + \cdots + \alpha_n z^n\right]$$

filtre fonksiyonudur. Demekki jeofon grubu uzay boyutunda B(z) gibi bir filtre işlemi görmektedir. Şimdi bu fonksiyonu daha yakından inceleyelim. Önce jeofon duyarlılıklarını; $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_n = 1$ alalım. Yani bütün jeofonlar aynı sinyali aynı büyüklükte kaydetsinler.

$$B(z) = \left[1 + z + z^2 + \cdots + z^n\right]$$

olacaktır. $z \neq 1$ için;

$$B(\theta) = B(z) = \frac{1 - z^{n+1}}{1 - z}$$

yazılabilir. $z = e^{-i2\pi \frac{d}{\lambda}\cos\theta}$ yı formülde tekrar yerine koyarsak;

$$B(\theta) = \frac{1 - e^{-i2\pi \frac{d\cos\theta}{\lambda}(n+1)}}{1 - e^{-i2\pi \frac{d\cos\theta}{\lambda}}}$$

olur. $\frac{d}{\lambda}\cos\theta = L$ dersek;

$$B(\theta) = \frac{1 - e^{-i2\pi(n+1)L}}{1 - e^{-i2\pi L}}$$

bulunur. B(θ) nın payını ve paydasını aynı büyüklüklerle çarparsak değeri değişmeyeceğinden;

$$B(\theta) = \frac{1 - e^{-i2\pi(n+1)L}}{1 - e^{-i2\pi L}} \cdot \frac{e^{i2\pi(\frac{n+1}{2})L}}{e^{i2\pi\frac{1}{2}L}} \cdot \frac{e^{-i2\pi(\frac{n+1}{2})L}}{e^{-i2\pi\frac{1}{2}L}}$$

yazılabilir. $\dfrac{e^{-i2\pi(\frac{n+1}{2})L}}{e^{-i2\pi\frac{1}{2}L}} = e^{-in\pi L}$ olduğundan:

$$B(\theta) = \left[\frac{e^{i2\pi(\frac{n+1}{2})} - e^{-i2\pi(\frac{n+1}{2})}}{e^{i2\pi\frac{1}{2}L} - e^{-i2\pi\frac{1}{2}L}} \right] e^{-in\pi L}$$

elde edilir.

$$\frac{e^{i2\pi(\frac{n+1}{2})L} - e^{-i2\pi(\frac{n+1}{2})L}}{2i} = \frac{e^{i2\pi(n+1)L} - e^{-i2\pi(n+1)L}}{2i} = \sin\pi(n+1)L,$$

$$\frac{e^{i2\pi\frac{1}{2}L} - e^{-i2\pi\frac{1}{2}L}}{2i} = \frac{e^{i\pi L} - e^{-i\pi L}}{2i} = \sin\pi L$$

olacağından;

$$B(\theta) = \frac{\sin\pi(n+1)L}{\sin\pi L} e^{-i\pi nL} = |B(\theta)| e^{i\varphi}$$

şeklinde bir filtre fonksiyonu çıkar. Burada $\dfrac{\sin\pi(n+1)L}{\sin\pi L}$ filtre fonksiyonunun genliği; $e^{-i\pi nL}$ de faz terimidir. Demek ki giriş dalgasının genliği $\dfrac{\sin\pi(n+1)L}{\sin\pi L}$ ile çarpılmaktadır. O halde gelen dalganın genliğinin değişimi bu terimin değişimine bağlı olacaktır. şimdi bu fonksiyonu daha yakından inceleyelim. $\dfrac{\cos\theta}{\lambda} = k$ diyelim.

$$\frac{\sin\pi(n+1)L}{\sin\pi L} = \frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin\pi kd}$$

olur. $\theta = \dfrac{\pi}{2}$ için k=0 olur.

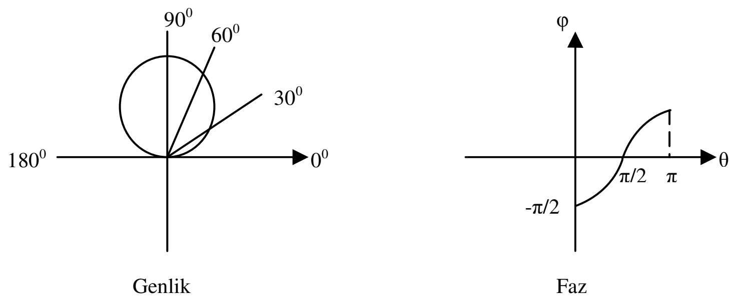
$$\frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd} \rightarrow (n+1)$$

'e gider. O halde $\theta = \frac{\pi}{2}$ yani düşey doğrultuda gelen dalgaların genliği (n+1) ile çarpılmaktadır. Yansıma dalgaları düşey veya düşeye yakın geldiğinden genlikleri jeofon grubunun oluşturduğu uzaysal filtre fonksiyonundan dolayı artmaktadır. Yatay gelen yüzey dalgaları için $\theta = 0 \rightarrow \cos\theta = 1$ olduğundan; $k = \frac{1}{\lambda}$ değeri azalır. (k nın ışın doğrultusuna bağlı olarak değiştiğini görmekteyiz.)

$\frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd}$ fonksiyonu *kd* nin belli değerleri için sıfır olan periyodik bir fonksiyondur.

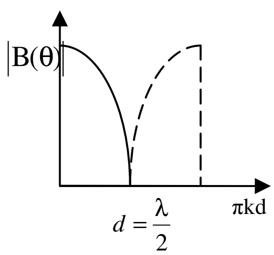
B(θ) nın θ nın aldığı değerlere göre değişimi:

$d = \frac{\lambda}{2}$ için genlik ve faz değişiminin grafikleri aşağıdaki gibidir.



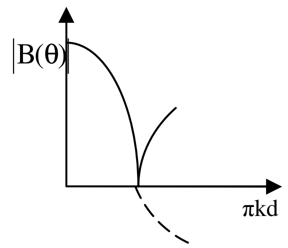
$\frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd}$ nin *kd* nin fonksiyonu olarak değişimini (n+1) yani gruptaki jeofon sayısının fonksiyonu olarak inceleyelim.

n+1=2 için alçak geçişli bir cevap eğrisi elde ederiz.



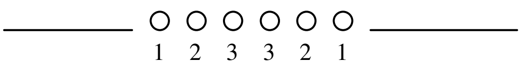
$\dfrac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd}$ yi sıfır yapan kd değeri $2\pi kd = \pi \rightarrow kd = \dfrac{1}{2} \rightarrow d = \dfrac{1}{2k} \rightarrow$ yatay gelen dalgalar için $d = \dfrac{\lambda}{2}$ bulunur. Demek ki yüzey dalgalarını (yatay gelen dalgalar) filtrelemek için iki jeofon arasını $d = \dfrac{\lambda}{2}$ almamız gerekmektedir. (n+1)=2 için geçerli olan bu sonıç doğal olarak (n+1) in aldığı değere göre değişecektir.

3 jeofon için cevap eğrisi: (Genliğin mutlak değerleri alındığı için işaret daima + olur.)

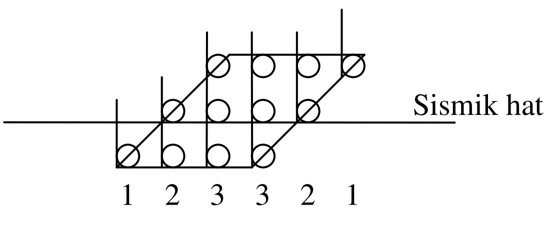


İki Boyutlu Jeofon Grupları:

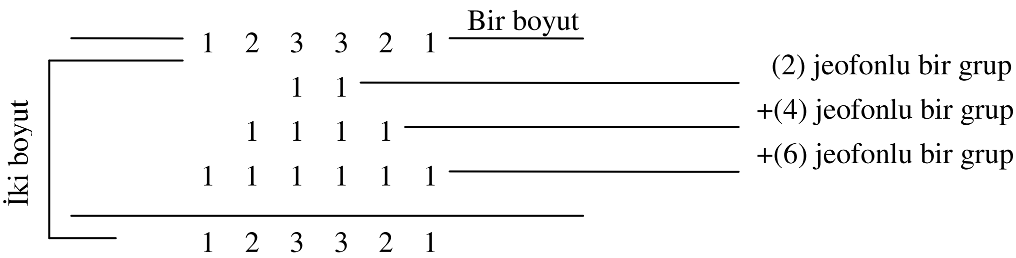
Buraya kadar jeofonların hep birim ağırlıklı (duyarlıklı) aldık. Farklı ağırlıklı jeofon grupları da düşünülebilir. Bunu gerçekleştirmenin bir yolu birim ağırlıklı jeofonlardan oluşan iki boyutlu jeofon gruplarıdır. Örnek olarak



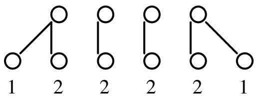
şeklinde farklı ağırlıkta 6 jeofondan oluşan bir jeofon grubu yerine aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi iki boyutlu bir jeofon grubu oluşturulabilir.



Bu bir boyutlu [1 2 3 3 2 1] şeklindeki bir gruba eşdeğerdir. İki boyutlu grupta jeofonların ağırlığı (1) dir. Bu grup aşağıda görüldüğü gibi;

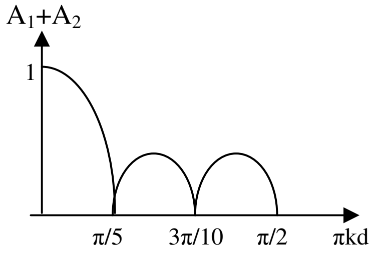


olmak üzere üç tek boyutlu grubun toplamı gibidir. Örnek:



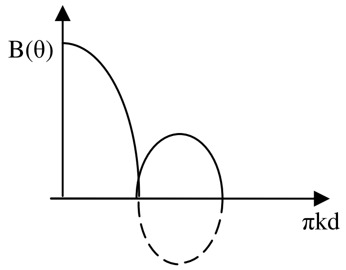
şeklinde iki boyutlu bir grup olsun.

kd	$\frac{\sin 4\pi kd}{\sin \pi kd}$	$\frac{\sin 6\pi kd}{\sin \pi kd}$	A_1+A_2	$\frac{A_1+A_2}{10}$
0	4	6	10	1
$\frac{1}{9}$	2.88	2.53	5.41	0.54
$\frac{1}{6}$	1.73	0	1.73	0.17
$\frac{1}{5}$	0.636	-0.636	0	0
$\frac{1}{4}$	0	-1.41	-1.41	-0.14
$\frac{1}{3}$	-1	0	-1	-0.1
$\frac{3}{10}$	-0.638	0.638	0	0
$\frac{4}{9}$	-0.65	0.88	0.23	0.02
$\frac{\pi}{2}$	0	0	0	0



jeofon sayısı arttıkça sönüm oranı da artar.

4 jeofon için cevap eğrisi:

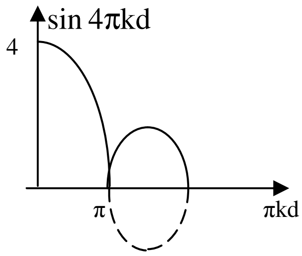


Görüldüğü gibi düşey veya düşeye yakın gelen yansıma dalgaları için k sıfır veya sıfıra yakındır. Alçak geçişli filtre eğrisi bunları geçirir.yüzey dalgaları için dalganın dalga boyuna bağlı olarak sonlu bir değer alır ve belirleyeceğimiz *d* uzunluğuna göre az veya çok sönümlenir.

Örnek: jeofon sayısı (n+1)=4, yüzey dalgasının dalga boyu λ=40m. olsun. Cevap eğrisi $\frac{\sin 4\pi kd}{\sin \pi kd}$ nin sıfır olması için:

$$\sin 4\pi kd = 0 = \sin 4\pi \frac{d}{40}$$

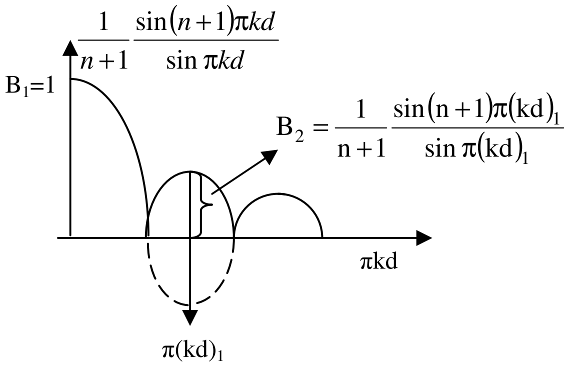
olmalıdır. $4\pi \frac{d}{40} = \pi \frac{d}{10}$ un π nin katları olması gerekir. İlk sıfır için *d*=10m. olmalıdır. Bu da şekilde görüldüğü gibi: $k = \frac{1}{40} = 0.02$ ve $\pi kd = \pi$ değerine karşı gelir. Demek ki *d*=10m. civarında ise sönüm eğrisi sıfır civarındadır.



Eğer eğriyi normalize etmek yani maksimumu değeri (1) e eşitlemek istersek cevap eğrisini jeofon sayısına böleriz. Başka bir ifade ile

$$\frac{1}{n+1}\frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd}$$

‘yi elde ederiz. Belli bir (kd) değeri için sönümü desibel cinsinden bulmak istiyorsak şekildeki gibi $\frac{1}{n+1}\frac{\sin(n+1)\pi kd}{\sin \pi kd}$ ‘i buluruz. Bu değer B_2 olsun.



$20\log\frac{B_1}{B_2} = 20\log\frac{1}{B_2}$ desibel=dB cinsinden sönüm miktarını verir.