

DENEY PROSEDÜRLERİ

- İki ucu kapalı Kundt borusunda duran dalgalar üretin.
- Kundt borusunun uzunluğunun fonksiyonu olarak ana frekansı ölçün.
- Sabit uzunluktaki boru için ana ve iz frekanslarını ölçün.
- Dalganın rezonans frekansından yayılma hızını belirleyin

AMAÇ

Kundt borusunda duran ses dalgalarının üretilmesi ve ölçülmesi.

ÖZET

Ses dalgaları gazların içinde boylamsal bir şekilde yayılırlar. Toplam hız evre hızına eşittir. Bu deneyde iki ucu da kapatılan Kundt borusunda duran bir dalga üretilmiştir. Ana frekans borunun uzunluğu fonksiyonu olarak ölçülmüş ve ana ve iz frekanslarını da ayrıca sabit uzunluktaki boru için ölçülmüştür.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Kundt Tüpü (borusu) E	1017339
1	Mikrofon Probu, Uzun	1017342
1	Mikrofon Kutusu (230 V, 50/60 Hz)	1014520 veya
	Mikrofon Kutusu (115 V, 50/60 Hz)	1014521
1	Fonksiyon Jeneratörü FG 100 (230 V, 50/60 Hz)	1009957 veya
	Fonksiyon Jeneratörü FG 100 (115 V, 50/60 Hz)	1009956
1	USB Osiloskop 2x50 MHz	1017264
1	Analog Multimetre AM50	1003073
1	HF kablosu, BNC/4 mm soket	1002748
1	Çift emniyetli deney kablosu, 75 cm	1002849
1	HF kablosu	1002746

TEMEL İLKELER

Borunun bir ucundaki hoparlörden uygun rezonans frekansı dalgalarını üreterek Kundt borusunda duran dalga üretmek mümkündür, bunlar daha sonra diğer uca tapan (cap) yardımıyla yansıtılır. Eğer borunun uzunluğu biliniyorsa dalgaların yayılma hızını rezonant frekansından ve armoniklerin sayısından belirlemek mümkündür.

1

Ses dalgaları havada ve diğer gazların içinde basınç ve yoğunluktaki ani değişimler sayesinde yayılırlar. Onları tanımlamanın en kolay yolu atmosfer basıncının üzerinde birleştirilmiş ses basıncına dayanarak Cihazlardır. Ses basıncına p alternatif olarak ses hızı v da ses dalgalarını tanımlamak için kullanılabilir. Bu, t zamanında bir noktada salınım ortamında verilen x noktasında gaz moleküllerinin ortalama hızıdır. Sesin basıncı ve hız birbirine bağlıdır, örneğin Euler hareket denklemi:

$$(1) \quad \frac{\partial p}{\partial x} = \rho_0 \cdot \frac{\partial v}{\partial t}$$

ρ_0 : Gazın yoğunluğu

Kundt borusunda ses dalgaları borunun uzunluğu boyunca yayılırlar. Mesela hem ses basıncının hem de hızına uygulanabilen tek boyutlu dalga denkleminin yardımıyla tanımlanabilirler.

$$(2) \quad \frac{\partial^2 p(x,t)}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 p(x,t)}{\partial x^2} \quad \text{ya da}$$

$$\frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 v(x,t)}{\partial x^2}$$

c : sesin hızı

Bu deneyde Kundt borusunun sonuna yansıyan armonik dalgalar incelenmiştir. Dalga denkleminin çözümü bulmak için giden ve yansıyan dalgalarının bileşimlerinin hesaba katılması gereklidir:

$$(3) \quad p = p_{0>} \cdot e^{2\pi i \left(f t - \frac{x}{\lambda} \right)} + p_{0<} \cdot e^{2\pi i \left(f t + \frac{x}{\lambda} \right)}$$

$$v = v_{0>} \cdot e^{2\pi i \left(f t - \frac{x}{\lambda} \right)} + v_{0<} \cdot e^{2\pi i \left(f t + \frac{x}{\lambda} \right)}$$

$p_{0>}, v_{0>}$: Giden dalganın büyüklüğü,
 $p_{0<}, v_{0<}$: Geri dönen dalganın büyüklüğü
 f : Frekans, λ : Dalga uzunluğu

Bu durumda

$$(4) \quad f \cdot \lambda = c$$

Bu çözümleri denklem (1)'e yerleştirerek ve giden ve geri dönen dalgaları ayrı ayrı ele alarak aşağıdaki eşitliğe ulaşabiliriz:

$$(5) \quad p_{0>} = v_{0>} \cdot Z \quad \text{ve} \quad p_{0<} = v_{0<} \cdot Z$$

Miktar

$$(6) \quad Z = c \cdot \rho_0$$

Ses empedansı olarak bilinir ve ortamdan kendi başına dalgalara olan dirence tekabül eder. W empedansı duvardan yansıyan ses dalgalarının durumlarında önemli rol oynar:

Aşağıdaki uygulanır:

$$(7) \quad r_v = \frac{v_{0<}}{v_{0>}} = \frac{Z - W}{Z + W} \quad \text{ve} \quad r_p = \frac{p_{0<}}{p_{0>}} = \frac{1 - \frac{W}{Z}}{1 + \frac{W}{Z}}$$

Bu deneyde W, Z 'den çok daha büyüktür, bu yüzden $r_v = 1$ ve $r_p = -1$ şeklinde varsayımında bulunabiliriz.

Eğer yansıyan duvar seçilirse, daha basitleştirmek adına, $x = 0$ olduğunda, ses dalgasının uzaysal bileşeni aşağıdaki gibi denklem (3)'ten türetilebilir:

$$(8) \quad p = p_{0>} \cdot \left(e^{-2\pi i \frac{x}{\lambda}} + e^{+2\pi i \frac{x}{\lambda}} \right) \cdot e^{-2\pi i f t}$$

$$= 2 \cdot p_{0>} \cdot \cos \left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x \right) \cdot e^{-2\pi i f t}$$

ve

$$v = v_{0>} \cdot \left(e^{-2\pi i \frac{x}{\lambda}} - e^{+2\pi i \frac{x}{\lambda}} \right) \cdot e^{-2\pi i f t}$$

$$= -2 \cdot i \cdot v_{0>} \cdot \sin \left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x \right) \cdot e^{-2\pi i f t}$$

Bu hususların yalnızca gerçek bileşenleri gerçek fiziksel ilişkiye sahiptir. Duvarın sonunda ($x = 0$ olduğunda) basınç anti düğümü olan duran dalgalara tekabül ederlerken, bu noktadaki ses hızının salınımında düğüm vardır. Hız 90°'lik açı üzerinden kayma yapan evredir.

Ses dalgaları duvardan L mesafe uzaklıktaki hoparlör tarafından üretilir. Bu dalgalar, f frekansıyla salınım yaparlar. Bu noktada, basıncın anti düğümü ve hızın da düğümü mevcuttur. Böyle sınırlandırıcı koşullar yalnızca L dalga uzunluğunun yarısının tamsayı çoklusu olduğunda gerçekleştirilebilir:

$$(9) \quad L = n \cdot \frac{\lambda_n}{2}$$

Denklem (3)'ten gerçekleştirilmesi gereken frekanslar, rezonans için aşağıdaki koşulu sağlamalıdır:

$$(10) \quad f_n = n \cdot \frac{c}{2 \cdot L}$$

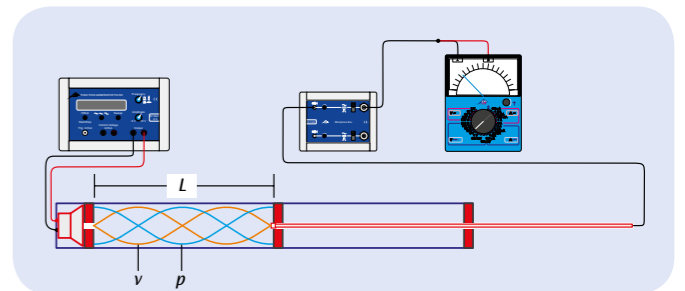
Deney sırasında, hoparlörün frekansı f devamlı olarak çeşitlenirken mikrofon sensörü yansıyan duvarda ses basıncını ölçer. Mikrofon sinyali maksimum büyüklüğe ulaştığında rezonans oluşur.

DEĞERLENDİRME

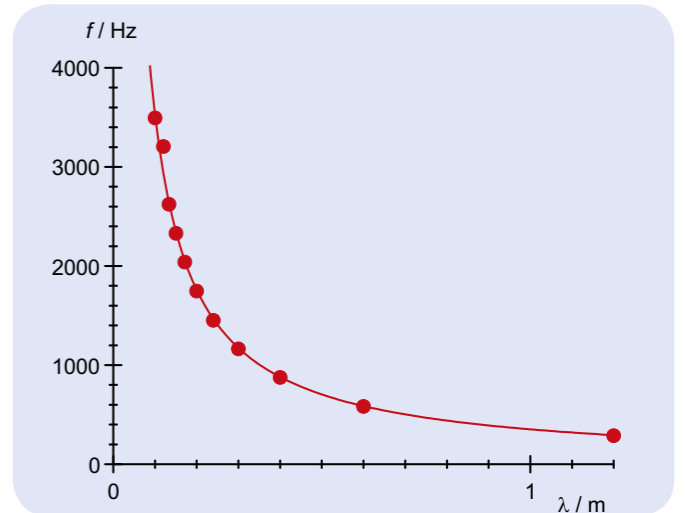
Denklem (9)'a göre belirlenen rezonans frekanslarının f_n dalga uzunlukları olmalıdır

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot L}{n}$$

Denklem (3)'ü doğrulamak ve dalga uzunluğunu belirlemek için dalga uzunluğu değerleri f grafiği üzerinde λ karşısına çizilmelidir.



Şekil 1: Deney kurulumunun şeması



Şekil 2: Dalga uzunluğuna karşı frekans grafiği