UE1050600 KUPLAJ SALINIMLARI

DENEY PROSEDÜRLERİ

- Salınımları evre içerisindeyken kaydedin ve periyot T_+ belirleyin.
- Salınımları evre dışındayken kaydedin periyot T_- belirleyin.
- Kuplaj salınımı kaydedin ve salınım periyodu T ve çarpma periyotunu T_Δ belirleyin.
- Doğal periyotlar T_+ ve T_- için hesaplanan değerleri karşılaştırın.

AMAÇ

İki aynı kuplaj sarkacın salınımlarını kaydetme ve değerlendirme

ÖZET

İki aynı kuplaj sarkacın salınımları salınım periyotlarından ve çarpma periyotlarından ayırt edilir. Çarpma periyotu bir sarkacın maksimum büyüklükte sallandığı zamanda iki nokta arasındaki aradır. Bu iki değerde kuplaj sarkaçlar için salınımlar hem evre hem de evre dışı olduğunda salınımların doğal periyotlarından hesaplanabilir.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
2	Açı Sensörlü Sarkaç Mili (230 V, 50/60 Hz)	1000763 veya
	Açı Sensörlü Sarkaç Mili (115 V, 50/60 Hz)	1000762
1	Helezoni Yaylar 3,3 N/m	1002945
2	Tezgah kelepçesi	1002832
2	Destek çubukları Uzunluk: 1.000 mm	1002936
1	Destek çubukları Uzunluk: 470 mm	1002934
4	Çok amaçlı manşon	1002830
2	HF kablosu, BNC/4 mm soket	1002748
1	3B NET*log*™ (230 V, 50/60 Hz)	1000540 veya
	3B NET*log*™ (115 V, 50/60 Hz)	1000539
1	3B NET*lab*™	1000544

2

TEMEL İLKELER

Çift kuplajlı sarkaçların salınımı için, salınım enerjisi bir sarkaçtan diğerine transfer edilir ve tekrar geri gönderilir. Eğer iki sarkaç aynıysa ve salınım başlamışsa yani bir sarkaç başlangıçta dinlenme noktasındayken diğeri sallnıyorsa, enerji bütünlüğüne transfer edilir, örneğin bir sarkaç sürekli dinlenme noktasına geldiğinde diğeri maksimum büyüklükte sallanır. Böyle oluşumların arasındaki zaman, ya da genel olarak, herhangi iki minimum büyüklükteki örnekler için aralarındaki zaman çarpma periyodu olarak adlandırılır T_Δ.

İki aynı kuplaj sarkacın salınımları iki doğal salınımın sürempresyonu olarak adlandırılabilir. Bu doğal salınımlar iki sarkaç da ya evre içinde ya da ikisi de evre dışında olduklarında gözlemlenebilir. İlk durumda iki sarkaç da diğer sarkaçla kuplaj yoksa yapabildikleri frekansta titrerler. İkinci durumdaysa, kuplaj etkisi maksimumdur ve öz frekans daha büyüktür. Diğer tüm salınımlar bu iki doğal salınımın sürempresyonuyla açıklanabilir.

Sarkaçlar için hareket denklemi aşağıdaki gibi olacaktır:

(1)
$$L\cdot\ddot{\phi}_1 + g\cdot\phi_1 + k\cdot(\phi_1-\phi_2) = 0$$
$$L\cdot\ddot{\phi}_2 + g\cdot\phi_2 + k\cdot(\phi_2-\phi_1) = 0$$

g: Yerçekimine bağlı ivme, L: sarkacın uzunluğu,
k: kuplaj sabiti

$\phi_+ = \phi_1 + \phi_2$ ve $\phi_- = \phi_1 - \phi_2$ hareketleri için (başlangıç olarak gelişigüzel seçilmiş) hareket denklemi aşağıdaki gibidir:

(2)
$$L\cdot\ddot{\phi}_+ + g\cdot\phi_+ = 0$$
$$L\cdot\ddot{\phi}_- + (g+2k)\cdot\phi_- = 0$$

Çözümler

(3)
$$\phi_+ = a_+\cdot\cos(\omega_+ t) + b_+\cdot\sin(\omega_+ t)$$
$$\phi_- = a_-\cdot\cos(\omega_- t) + b_-\cdot\sin(\omega_- t)$$

Açısal frekanslara sebebiyet verir

(4)
$$\omega_+ = \sqrt{\frac{g}{L}}$$
$$\omega_- = \sqrt{\frac{g+2k}{L}}$$

evre içi veya evre dışı hareketler için doğal frekanslara karşılık gelir (ϕ+ = 0 evre dışı hareketler ve ϕ- = 0 evre içi hareketler).

Sarkaçların sapması sonuca götüren iki hareketin toplamından ya da farkından hesaplanabilir.

(5)
$$\phi_1 = \frac{1}{2}\cdot\left(a_+\cdot\cos(\omega_+ t) + b_+\cdot\sin(\omega_+ t) + a_-\cdot\cos(\omega_- t) + b_-\cdot\sin(\omega_- t)\right)$$
$$\phi_2 = \frac{1}{2}\cdot\left(a_+\cdot\cos(\omega_+ t) + b_+\cdot\sin(\omega_+ t) - a_-\cdot\cos(\omega_- t) - b_-\cdot\sin(\omega_- t)\right)$$

a+, *a*-, *b*+ ve *b*- parametreleri, t = 0 zamanında iki sarkaç için başlangıç koşullarından hesaplanabilen gelişigüzel katsayılardır.

Aşağıdaki örnekte sarkaç 2 dinlenme noktasında kalırken, sarkaç, 0 zamanında dinlenme noktasından bir başlangıç açısal hıza ψ_0 hareket ettirilmesi gösterilmiştir.

(6)
$$\phi_1 = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{\psi_0}{\omega_+}\cdot\sin(\omega_+ t) + \frac{\psi_0}{\omega_-}\cdot\sin(\omega_- t)\right)$$
$$\phi_2 = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{\psi_0}{\omega_+}\cdot\sin(\omega_+ t) - \frac{\psi_0}{\omega_-}\cdot\sin(\omega_- t)\right)$$

İki sarkacın hızı aşağıdaki gibidir:

(7)
$$\dot{\phi}_1 = \frac{\psi_0}{2}\cdot\left(\cos(\omega_+ t) + \cos(\omega_- t)\right)$$
$$\dot{\phi}_2 = \frac{\psi_0}{2}\cdot\left(\cos(\omega_+ t) - \cos(\omega_- t)\right)$$

Tekrar ayarlanabilir

(8)
$$\dot{\phi}_1 = \psi_0\cdot\cos(\omega_\Delta t)\cdot\cos(\omega t)$$
$$\dot{\phi}_2 = \psi_0\cdot\sin(\omega_\Delta t)\cdot\cos(\omega t)$$

Aşağıdaki olduğunda

(9)
$$\omega_\Delta = \frac{\omega_- - \omega_+}{2}$$
$$\omega = \frac{\omega_+ + \omega_-}{2}$$

Hız büyüklüklerinin ψ_1 ve ψ_2, ω_Δ açısal frekansında modüle edildiği Aynı açısal frekanstaki ω iki sarkacın salınımına karşılık gelmektedir

(10)
$$\psi_1(t) = \psi_0\cdot\cos(\omega_\Delta t)$$
$$\psi_2(t) = \psi_0\cdot\sin(\omega_\Delta t)$$

DEĞERLENDİRME

Denklem (4) hem evre içi hem de evre dışı salınımlar için, doğal salınım periyotlarını T_+ and T_- hesaplamak için kullanılabilinir:

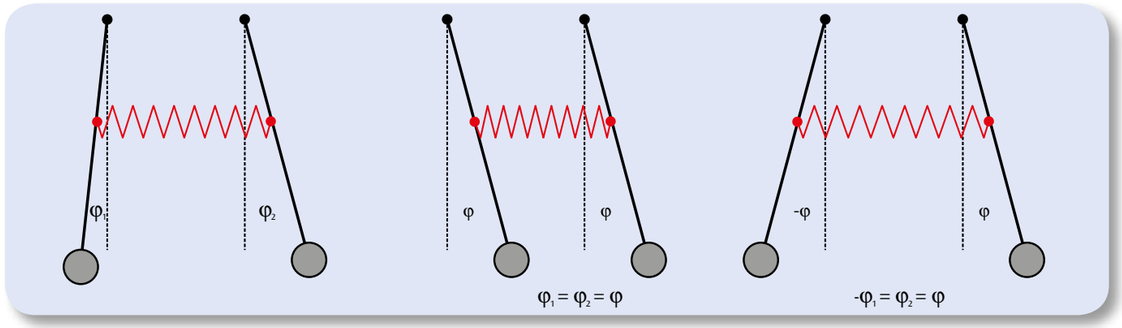
$$T_+ = \frac{2\pi}{\omega_+} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \text{ ve } T_- = \frac{2\pi}{\omega_-} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+2k}}$$

Kuplaj sarkaç için T periyodu, denklem (9) aşağıdaki durumu açıklar:

$$\frac{2\pi}{T} = \omega = \frac{\pi}{T_+} + \frac{\pi}{T_-} \text{ ve bu yüzden } T = 2\cdot\frac{T_+\cdot T_-}{T_- + T_+}$$

Denklem (10)'da verilen modülasyonun büyüklüğü bir sarkacın durduğu birbirini izleyen noktalar arasına tekabül eden T_Δ periyodu bakımından s genellikle aşağıdaki gibi öngörülür:

$$\frac{2\pi}{T} = \omega = \frac{\pi}{T_+} + \frac{\pi}{T_-} \text{ ve bu yüzden } T = 2\cdot\frac{T_+\cdot T_-}{T_- + T_+}$$



genel kuplaj salınımı | evre içi kuplaj salınımı | evre dışı kuplaj salınımı