VİRTÜEL İŞ PRENSİBİ VE MEKANİZMANIN KUVVET ANALİZİ

**Soru:** Aşağıda gösterilen var-gel mekanizması için virtüel iş prensibini kullanarak sistemin statik kalması için her bir krank açısı için T12/F16 oranını belirletiniz.



**Çözüm:**

Önce konum analizi ile başlayalım.

**Konum (mafsal) değişkenlerinin bulunması:**

Vektör kapalılık denkleminin

$$B\_{0}A\_{0}+A\_{0}A=B\_{0}A$$

$$600i+250e^{iθ\_{12}}=s\_{34}e^{iθ\_{14}}$$

Sanal ve gerçel parçaları ayrı ayrı yazılarak

$$250\cos(θ\_{12})=s\_{34}\cos(θ\_{14}) (1)$$

$$600+250\sin(θ\_{12})=s\_{34}\sin(θ\_{14}) (2)$$

denklemleri elde edilir. **(1) ve (2)’nin kareleri alınıp taraf tarafa toplanır.**

$$s\_{34}^{2}cos^{2}θ\_{14}=250^{2}cos^{2}θ\_{12}$$

$$s\_{34}^{2}sin^{2}θ\_{14}=250^{2}sin^{2}θ\_{12}+600^{2}+2∙600∙250∙\sin(θ\_{12})$$

$$s\_{34}^{2}=250^{2}+600^{2}+3×10^{5}\sin(θ\_{12}) (3)$$

Böylelikle (3) denkleminin karekökü alındığında;

$$s\_{34}=\sqrt{250^{2}+600^{2}+3×10^{5}\sin(θ\_{12})} (\*)$$

Yukarıda bulunan (1) ve (2) denklemlerinde, bulunan $s\_{34}$ denklemi yerine yazılarak, her iki denklem aşağıdaki gibi $θ\_{14}$’ü bulmak için kullanılır.

$$θ\_{14}=atan2\left(\frac{600+250\sin(θ\_{12})}{s\_{34}},\frac{250\cos(θ\_{12})}{s\_{34}}\right) (\*\*)$$

denklemi elde edilir.

Konum değişkenlerinin (1) ve (2) denkleminden, sonsuz küçük değişimleri cinsinden yeniden yazılması ile

$$-250δθ\_{12}\sin(θ\_{12})=δs\_{34}\cos(θ\_{14})-δθ\_{14}s\_{34}\sin(θ\_{14}) (1\*)$$

$$250δθ\_{12}\cos(θ\_{12})=δs\_{34}\sin(θ\_{14})+δθ\_{14}s\_{34}\cos(θ\_{14}) (2\*)$$

$δs\_{34}$ ve $δθ\_{14}$’i $δθ\_{12}$ cinsinden bulmak üzere, (1\*) ve (2\*) denklemleri çözülür ise

$$\left[\begin{matrix}\cos(θ\_{14})&-s\_{34}\sin(θ\_{14})\\\sin(θ\_{14})&s\_{34}\cos(θ\_{14})\end{matrix}\right]\left[\begin{matrix}δs\_{34}\\δθ\_{14}\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}-250δθ\_{12}\sin(θ\_{12})\\250δθ\_{12}\cos(θ\_{12})\end{matrix}\right]$$

$$δs\_{34}=\frac{\left[\begin{matrix}-250δθ\_{12}\sin(θ\_{12})&-s\_{34}\sin(θ\_{14})\\250δθ\_{12}\cos(θ\_{12})&s\_{34}\cos(θ\_{14})\end{matrix}\right]}{s\_{34}}=250\sin(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))δθ\_{12}$$

$$δθ\_{14}=\frac{\left[\begin{matrix}\cos(θ\_{14})&-250δθ\_{12}\sin(θ\_{12})\\\sin(θ\_{14})&250δθ\_{12}\cos(θ\_{12})\end{matrix}\right]}{s\_{34}}=\frac{250}{s\_{34}}\cos(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))δθ\_{12} (\*\*\*)$$

Şimdide, $δs\_{16}$’yı bulmak üzere, ikinci devre denklemini yazalım.

Vektör kapalılık denkleminin

$$B\_{0}Q+QB=B\_{0}B$$

$$1400i+s\_{16}=1100e^{iθ\_{14}}$$

Sanal ve gerçel parçaları ayrı ayrı yazılarak

$$s\_{16}=1100\cos(θ\_{14}) (4)$$

$$1400=1100\sin(θ\_{14}) (5)$$

Konum değişkenlerinin (4) denkleminden, sonsuz küçük değişimleri cinsinden yeniden yazılması ile

$$δs\_{16}=-1100\sin(θ\_{14})δθ\_{14} (4\*)$$

(4\*) denkleminde $δθ\_{14}$ yerine (\*\*\*) denkleminde bulduğumuz $δθ\_{12}$ cinsinden karşılığını yazarsak

$$δs\_{16}=-1100\sin(θ\_{14})\frac{250}{s\_{34}}\cos(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))δθ\_{12}$$

Elde edilen denklem düzenlenirse, $δs\_{16}$ ile $δθ\_{12}$ arasındaki, konum değişkenlerine bağlı aşağıdaki ilişki elde edilir.

$$δs\_{16}=-\frac{2,75×10^{5}}{s\_{34}}\sin(θ\_{14})\cos(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))δθ\_{12} (\*\*\*\*)$$

Şimdi virtüel iş prensibi için genel ifadeyi yazıp, yukarıda bulduğumuz değerleri yerlerine yerleştirirsek sistemin statik kalması için her bir krank açısı için T12/F16 oranını belirleyebiliriz.

$$δU=F\_{16}δs\_{16}+T\_{12}δθ\_{12}=0$$

Yukarıdaki virtüel iş denkleminde $δs\_{16}$ yerine (\*\*\*\*)’de bulunan $δθ\_{12}$ cinsinden karşılığı yazılırsa;

$$δU=-F\_{16}\frac{2,75×10^{5}}{s\_{34}}\sin(θ\_{14})\cos(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))δθ\_{12}+T\_{12}δθ\_{12}=0$$

Ve denklem T12/F16 oranını bulmak üzere düzenlenirse;

$$\frac{T\_{12}}{F\_{16}}=\frac{2,75×10^{5}}{s\_{34}}\sin(θ\_{14})\cos(\left(θ\_{14}-θ\_{12}\right))$$

Yukarıda denklemde bulunan oranın sadece konum değişkenlerine bağlı olduğuna dikkat edin.