

ELEKTRİK-ELEKTRONİK DERSİ FİNAL/BÜTÜNLEME SORU ÖRNEKLERİ

Şekiller üzerindeki renkli işaretlemeler soruya değil çözüme aittir:

Maviler ilk aşamada asgari bağımsız denklem çözmek için yapılan tanımları,

Kırmızılar sonraki aşamada güç dengesi için veya bağımlı olarak tanımlanmıştır.

Final/Bütünleme sınavında düğüm yönteminden sorumlu değilsiniz. Çevre yönteminin akım kaynaklısından sorumlu değilsiniz. DC olarak 2 çevreli, AC olarak ise tek çevreli devrelerden sorumlusunuz. Bu yüzden çıkmayacak yerlere ait açıklamalar aşağıda küçük fontlarla yazılmıştır.

Kirchhoff Gerilim Yasası (KVL) ile ilgili sorular ve çözümleri:

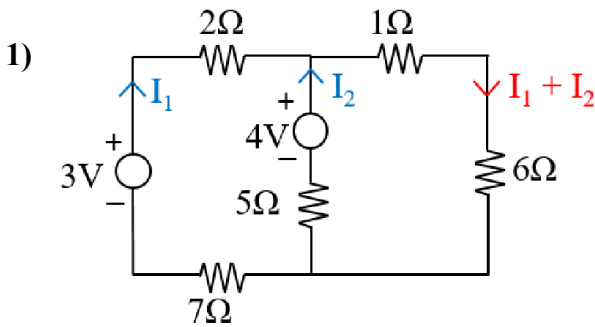
Bu yöntemde her bağımsız çevre için bir **çevre akımı** tanımlanır, öyle ki o çevrede en az bir eleman sadece o akımı taşımalıdır. O çevrede akım kaynağı varsa tercihen çevre akımı o akım seçilir. Akım kaynakları hariç çevre akımları bağımsız bilinmeyen olarak tanımlanır. Akım kaynakları için ise **gerilim bilinmeyeni** tanımlanır. Böylece bağımsız çevre sayısı kadar bilinmeyen tanımlanmış olur. Çevrelerin ortak kollarındaki elemanların akımları ise, **yönleri** de dikkate alınarak **çevre akımlarının bileşkesi** olarak düşünülür. Her bağımsız çevre için bir KVL denklemi yazılarak bilinmeyenler bulunur. Buradan da tüm elemanlar üzerindeki akım ve gerilimler kolayca bulunur.

KVL denklemi yazılırken çok seçenek olması çoğu öğrencinin kafasını karıştırdığı için kendinizce bir seçenekte karar kılmanız önerilir. Meselâ bu dosyada çevreleri hep saat yönünde dolaşacağız ve potansiyel yükselmelerini artı, düşümlerini eksi alacağız.

Dikkat: Aynı çevre denkleminin aynı tarafında, aynı çevre akımı bütün dirençler için aynı işaretli olmaktadır. Meselâ aynı **çevre** denklemi içinde $\dots -3\Omega \times I_2 \dots -2\Omega \times (I_1 - I_2) \dots = 0$ gibi bir şeyler yazmışsanız kesin **yanlıştır**. Çünkü I_2 akımı, 3Ω için eksi, 2Ω için artı işaretli kullanılmış.

Güç dengesi için her elemanın gerilimi (v), akımın (i) o elemana girdiği uç artı, çıktığı uç eksi olacak yönde hesaba katılarak $\sum vi = 0$ bulunmalıdır. Bu tanıma göre dirençlerin ve tüketicilerin gücü artı sayısal değerli, üreticilerin gücü eksi sayısal değerli olur. Bu yüzden dirençler için kısaca Ri^2 ya da v^2/R güçleri yazılabilir.

Sorularda karışıklığı azaltmak için ara işlemlerde birimler yazılmamıştır. Dirençlerin Ω cinsinden verildiği sorularda akımlar A, güçler W; dirençlerin k Ω cinsinden verildiği sorularda akımlar mA, güçler mW; gerilimler ise hep V anlaşılmalıdır.



Asgari sayıda çevre akımları ve bilinmeyen tanımlayarak değerlerini bulunuz ve güç dengesini sağladığını gösteriniz.

Çözüm:

$$\text{Sol çevre: } -7I_1 + 3 - 2I_1 - 4 + 5I_2 = 0$$

$$\text{Sağ çevre: } -5I_2 + 4 - 1 \times (I_1 + I_2) - 6 \times (I_1 + I_2) = 0$$

Aslında I_1 dış çevreye ait tanımlanmıştır ve standart yöntemde denklemi dış çevreden yazılmalıdır; ama basit devrelerde (denkleminin bağımsız olacağından eminsek) yalnız bir taraftan (soldan) da denklemini yazabiliriz ve burada “sol çevre” diyerek öyle yaptık.

$$\text{Düzenlenirse: } 9I_1 - 5I_2 = -1 \rightarrow 108I_1 - 60I_2 = -12$$

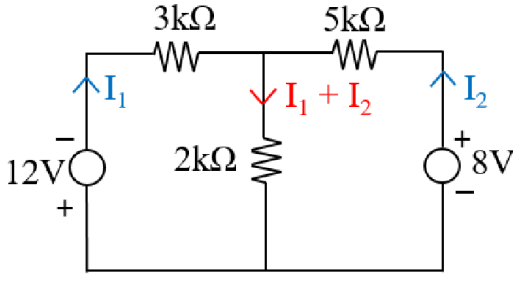
$$7I_1 + 12I_2 = 4 \rightarrow 35I_1 - 60I_2 = 20 \rightarrow 143I_1 = 8 \rightarrow \boxed{I_1 = 0,0559A} \text{ ve } \boxed{I_2 = 0,3007A}$$

Yani en sağ kolun akımı $I_1 + I_2 = 0,3566$ A . Güç dengesi (W) :

$$(7+2) \times 0,0559^2 + (-3) \times 0,0559 + (-4) \times 0,3007 + 5 \times 0,3007^2 + (1+6) \times 0,3566^2 = 0 \checkmark$$

3V'luk ve 4V'luk kaynakların akımları artıdan çıkan yönde tanımlandığı için güç hesabında eksi işaretiyle kullandık; çünkü normal kullanım, akımın girdiği ucun artı alınmasına göredir.

2)



Asgari sayıda çevre akımları ve bilinmeyen tanımlayarak değerlerini bulunuz ve güç dengesini sağladığını gösteriniz.

Çözüm:

$$\text{Sol çevre: } -12 - 3I_1 - 2(I_1 + I_2) = 0$$

$$\text{Sağ çevre: } 2(I_1 + I_2) + 5I_2 - 8 = 0$$

$$\text{Düzenlenirse: } 5I_1 + 2I_2 = -12 \rightarrow -10I_1 - 4I_2 = 24$$

$$2I_1 + 7I_2 = 8 \rightarrow 10I_1 + 35I_2 = 40 \rightarrow 31I_2 = 64 \rightarrow \boxed{I_2 = 2,065\text{mA}} \text{ ve } \boxed{I_1 = -3,226\text{mA}}$$

Yani en sağ kolun akımı $I_1 + I_2 = -1,161\text{ mA}$. Güç dengesi (mW) :

$$12 \times (-3,226) + 3 \times (-3,226)^2 + 2 \times (-1,161)^2 + 5 \times (2,065)^2 + (-8) \times 2,065 = 0 \quad \checkmark$$

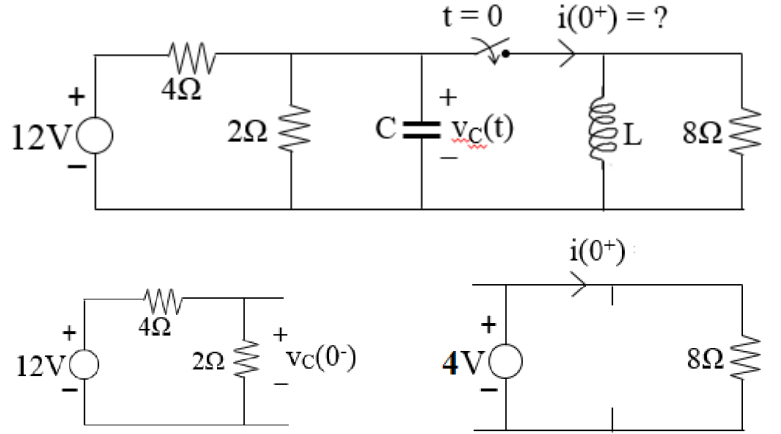
8V'luk kaynağın akımı artıdan çıkan yönde tanımlandığı için güç hesabında eksi işaretiyle kullandık; çünkü normal kullanım, akımın girdiği ucun artı alınmasına göredir.

3) Şekildeki devredeki anahtar açıkken, dengeye gelene kadar beklendikten sonra $t = 0$ anında anahtar kapatılıyor. $t = 0^+$ anında anahtar üzerinden geçen akımı bulunuz.

Çözüm: Anahtar açıkken dengede kondansatör açık devre olacağından $v_C(0^-)$ değeri, 2Ω 'luk direncin gerilimine eşit olur. Gerilim bölücü mantığıyla $v_C(0^-) = \frac{2}{2+4} \cdot 12V = 4V$ bulunur.

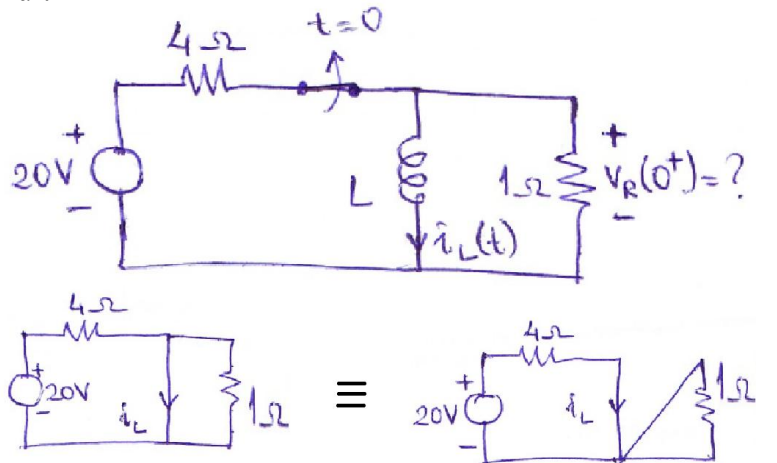
Bu sırada bobinin ilk enerjisi olsa bile direnç üzerinden tamamen boşalmıştır.

Anahtar konum değiştirdiği anda ise kondansatör bir an için son değerinde bir gerilim kaynağı gibi davranır. Gerilim kaynağına paralel bağlı kısımlar birbirinden bağımsız davrandığı için sorulan akımı bulmak için kondansatörün sol tarafı ile ilgilenmeyiz. Ayrıca anahtar konum değiştirdiği anda bobin bir an için son değerinde bir akım kaynağı gibi davranır ki, $0A$ 'lık akım kaynağı açık devre demektir. Bu yüzden yukarıda sağdaki devreden görülebileceği gibi $i(0^+) = \frac{4V}{8\Omega} = 0,5A$ bulunur.

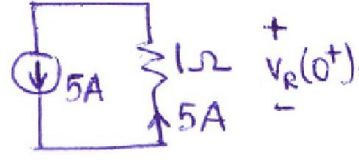


4) Şekildeki devrede anahtar kapalıyken dengeye gelene kadar beklendikten sonra $t = 0$ anında anahtar açılıyor. $t = 0^+$ anında 1Ω 'luk direnç üzerindeki gerilimi bulunuz.

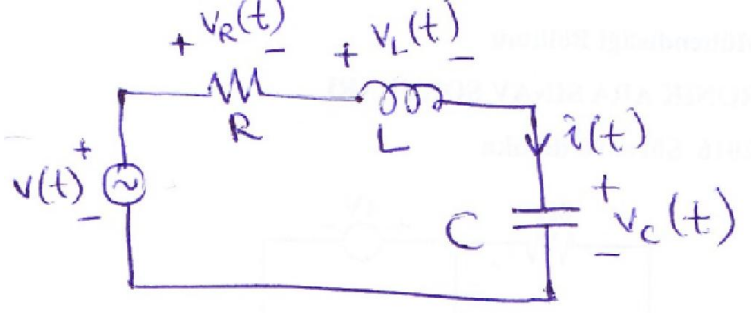
Çözüm: Anahtar açıkken dengede bobin kısa devre olacağından $i_L(0^-)$ değeri, 4Ω 'luk direncin akımına eşit olur; çünkü yanda gösterildiği gibi dengede kısa devre olan 1Ω 'luk direnç devrede etkisiz kalmıştır. Bu yüzden anahtar açılmadan hemen önce $i_L(0^-) = \frac{20V}{4\Omega} = 5A$ olur.



Anahtar açılınca ise bobin, bir an için son değerinde bir akım kaynağı gibi davranır. Sol tarafla da ilişkisi koptuğu için $t = 0^+$ anındaki eşdeğer devresi yandaki gibi olur. v_R tanımını ters yapıldığı için $v_R(0^+) = -5A \times 1\Omega = -5V$ bulunur.

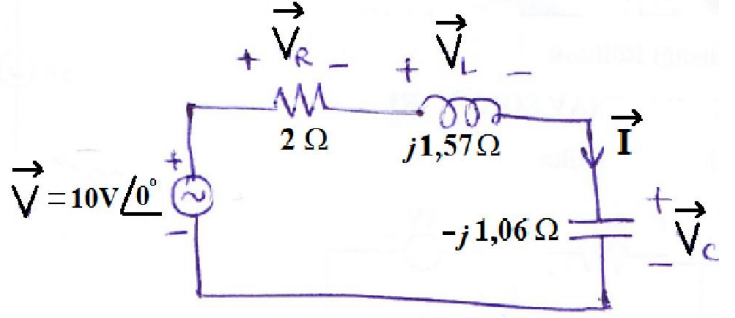


5) Yandaki devrede AC gerilim kaynağı 50Hz'lik ve 10V'luktur. $R = 2\Omega$, $L=5mH$ ve $C=3mF$ 'tır. Devredeki akımı AC bir ampermetreyle ölçersek ne değer buluruz? Direnç, bobin ve kondansatör üzerindeki gerilimleri AC bir voltmetreyle ayrı ayrı ölçersek hangi gerilimleri buluruz? Direnç üzerinde harcanan ortalama güç ne olur?



Çözüm:

AC devrelerde söylenen ve ölçülen akım ve gerilimler aksi belirtilmedikçe etkin (rms) değerlerdir. Akım ve gerilimlerin karmaşık sayı gösteriminde ki mutlak değerleri de etkin (rms) değerlerdir. Bobin ve kondansatörün $f=50Hz$ yani $\omega = 2\pi f = 314 rad/s$ için empedanslarını da yerine yazarsak devrenin karmaşık sayılı eşdeğeri yandaki gibi olur.



Bobinin empedansı = $j\omega L = j314 \times 0,005 \Omega = j1,57 \Omega$

Kondansatörün empedansı = $\frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{314 \times 0,003} \Omega = -j1,06 \Omega$

Kaynak geriliminin açısını keyfi olarak sıfır (referans) alalım.

$\vec{I} = \frac{10 \angle 0^\circ}{2 + j(1,57 - 1,06)} A = \frac{10 \angle 0^\circ}{2 + j0,51} A = \frac{10 \angle 0^\circ}{2,064 \angle 14^\circ} A = 4,84 A \angle -14^\circ$ Yani akım 4,84A ölçülür.

Direnç üzerindeki gerilim $2\Omega \times 4,84A = 9,68V$

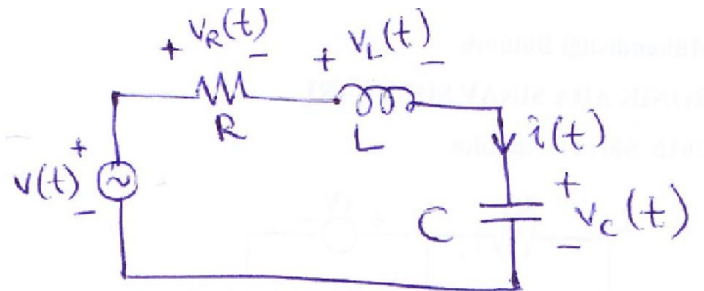
Bobin üzerindeki gerilim $1,57\Omega \times 4,84A = 7,61V$

Kondansatör üzerindeki gerilim $1,06\Omega \times 4,84A = 5,14V$

ölçülür. Dikkat: rms değer mutlak değer türü olduğu için son kısımda işaretleri kullanmıyoruz, ama ara işlemlerde kullanıyoruz.

Direncin gücü ise $2\Omega \times (4,84A)^2 = 46,9W$

6) Yandaki devrede AC gerilim kaynağı 50Hz'lik ve 24V'luktur. $R=5\Omega$, $L=8mH$ ve $C=1mF$ 'tır. Kondansatör üzerindeki gerilimi AC bir voltmetreyle ölçersek ne buluruz? Direnç üzerinde harcanan ortalama gücü ve kaynağın verdiği gücü ayrı ayrı hesaplayarak eşit olduğunu gösteriniz.



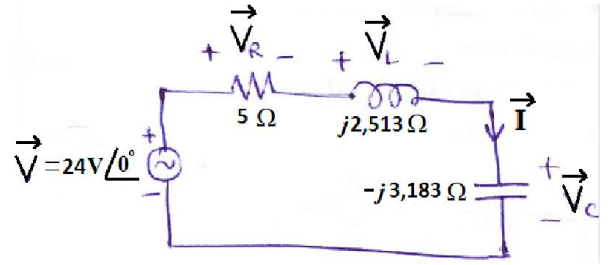
Çözüm:

Bobin ve kondansatörün $f=50Hz$ yani $\omega = 2\pi f = 314 rad/s$ için empedanslarını bulalım:

Bobinin empedansı = $j\omega L = j314 \times 0,008 \Omega = j2,513 \Omega$

Kondansatörün empedansı = $\frac{1}{j\omega C} = \frac{-j}{314 \times 0,001} \Omega = -j3,183 \Omega$

Kaynak geriliminin açısını keyfi olarak sıfır (referans) alalım.



$\vec{I} = \frac{24 \angle 0^\circ}{5 + j(2,513 - 3,183)} A = \frac{24 \angle 0^\circ}{5 - j0,670} A = \frac{24 \angle 0^\circ}{5,045 \angle -8^\circ} A = 4,76 A \angle 8^\circ$ Yani akım 4,76A ölçülür.

Kondansatör üzerindeki gerilim $3,183 \Omega \times 4,76 A = 15,14 V$

ölçülür. Dikkat: rms değer mutlak değer türü olduğu için son kısımda işaretleri kullanmıyoruz, ama ara işlemlerde kullanıyoruz.

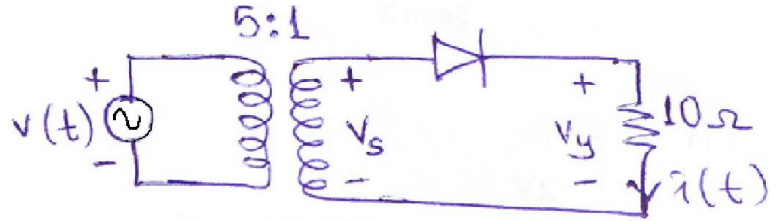
Direncin gücü: $5 \Omega \times (4,76 A)^2 = 113 W$

Kaynağın verdiği güç için önce güç açısını (ϕ), yani gerilimiyle akımı arasındaki faz(açı) farkını bulalım:

$\phi = 0^\circ - 8^\circ = -8^\circ$

Kaynağın verdiği ortalama güç = $P = V_{rms} \cdot I_{rms} \cdot \cos \phi = 24 V \cdot 4,76 A \cdot \cos(-8^\circ) = 113 W$ (Direncin harcadığıyla aynı)

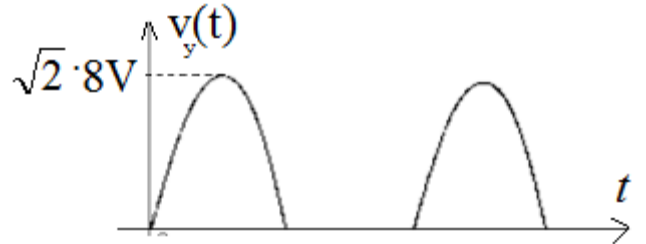
7) Yandaki devrede trafo primerine 40V'luk AC gerilim uygulanıyor. 10 Ω 'luk yük direnci üzerindeki gerilim dalga şeklini çiziniz. Tepe değerini belirtiniz.



Çözüm:

40V, trafo primerinin rms gerilimi olup sekonder geriliminin 5 katıdır. Yani sekonder gerilimi 8V'luktur (rms). Ancak tepe değeri ise bunun $\sqrt{2}$ katıdır. Buna göre diyot ile doğrultulmuş yük gerilimi dalga şekli şöyle olur:

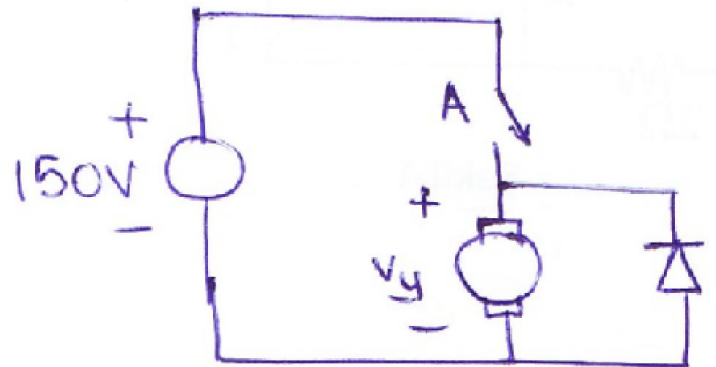
$i(t)$ akımının dalga şekli sorulabilirdi. O da biçim olarak aynı olur; yalnız tepe değeri $\sqrt{2} \cdot 8V / 10\Omega = \sqrt{2} \cdot 0,8 A$ olur.



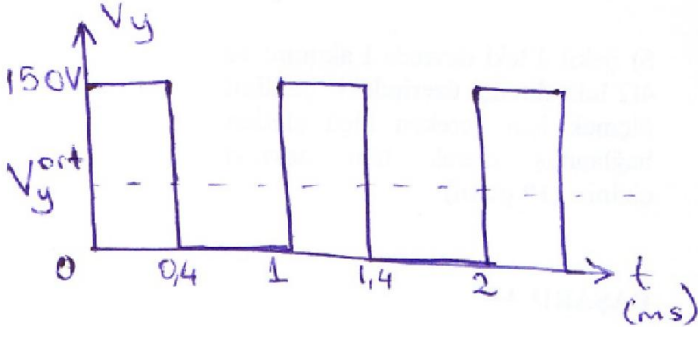
8) Yandaki şekilde A anahtarı $T_a=1ms$ 'lik anahtarlama periyoduyla ve %40 görev oranı (duty cycle) ile kapatılıp açılıyor. DC motor üzerindeki v_y geriliminin dalga şeklini çiziniz ve ortalama değerini bulunuz.

Çözüm:

Her periyotta iletim süresi $1ms \times \%40 = 0,4ms$ kadar A iletimde (kısa devre) olup bu süre içinde $v_y=150V$, kalan kısmında ise A kesimde (açık devre) olup $v_y=0V$ 'tur. Buna göre v_y dalga şekli şöyle olur:



Ortalama gerilim ise $150V \times \%40 = 60V$ 'tur.



9) Bir asansör motorunun, $T_m=20Nm$ tork ve $n=1000$ devir/dakika hızla çalışması isteniyor. Motorun bu çalışmada istenen çıkış gücünü hesaplayınız.

Çözüm:

Dönüş hareketlerinde güç = tork \times açısal hız

Hızı rad/s cinsine çevirelim: $\omega = 2\pi \frac{n}{60}$ (Çünkü 60'a bölünce saniyedeki devir sayısı, bulunur, 2π katı da rad/s

cinsine çevirir.) $\omega = 2\pi \frac{1000}{60} \text{ rad/s} = 104,7 \text{ rad/s}$

Çıkış gücü ise: $P = T_m \cdot \omega = 20 \times 104,7 \text{ W} = 2,09 \text{ kW}$

10) Bir elektrikli aracın, düz yolda 80km/saat sabit hızla giderken toplam sürtünme kuvvetinin $F=400N$ olacağı düşünülmektedir. Buna göre bu çalışmada elektrik motor(ları) toplam gücü ne olur?

Çizgisel hareketlerde güç = kuvvet(N) \times hız(m/s)

Düz yolda ve sabit hızda sürtünmeden başka karşılanması gereken kuvvet yoktur (İvmeli harekette veya yokuşlarda başka da olurdu).

Hızı m/s cinsine çevirelim: $v = \frac{80000m}{3600s} = 22,2 \text{ m/s}$

Toplam çıkış gücü ise: $P = F \cdot v = 400 \times 22,2 \text{ W} = 8,89 \text{ kW}$