

Ekologiczne zasilacze i współczynnik mocy

W Skrzynce Porad pojawiło się pytanie: co to jest power factor?

Power factor to nic innego jak współczynnik mocy, czyli stosunek mocy czynnej do mocy pozornej, inaczej mocy zespolonej. W zagranicznych źródłach można znaleźć wzór na współczynnik mocy (Power Factor)

$$PF = P / S,$$

gdzie P – moc czynna, S – moc pozorna. Cały problem i podany wzór dotyczą sieci energetycznej i urządzeń z niej zasilanych. Ideałem byłoby, gdyby współczynnik mocy był równy jedności, ale praktycznie nigdy tak nie jest. Niewtajemniczonych trzeba poinformować, czym to jest spowodowane.

Moc zespolona w przypadku sieci prądu zmiennego to po prostu iloczyn (wartości skutecznych) napięcia i prądu.

$$S = U_{sk} * I_{sk}$$

Określenie “moc pozorna” może sugerować jakiś haczyk. Nie, żadnego haczyka nie ma – U_{sk} to napięcie występujące w sieci, a I_{sk} to płynący tam prąd.

Podany wzór nie określa jednak mocy czynnej (a więc naprawdę użytecznej dla odbiorcy). Owszem, jeśli obciążenie ma czysto rezystancyjny charakter, moc czynna jest równa mocy pozornej i współczynnik mocy jest równy jedności. Gdy jednak obciążenie nie jest czystą rezystancją, między (zmiennym) napięciem a prądem występuje przesunięcie. Miarą tego przesunięcia jest kąt zwany fazą, oznaczany małą grecką literą phi (φ). Jak wiadomo ze szkoły, moc czynna prądu zmiennego to iloczyn (wartości skutecznych) napięcia, mocy oraz kosinusa φ.

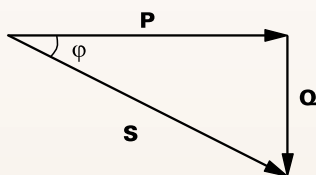
$$P = U_{sk} * I_{sk} * \cos \varphi$$

Dla osób, które nie mają kłopotów z matematyką, **rysunek 1** pokazuje te zależności graficznie. Czym większe przesunięcie fazowe (kąt φ), tym mniejsza wartość kosinusa φ. Czyli czym większe przesunięcie fazowe, tym mniejszy stosunek mocy czynnej do pozornej. Dotyczy to na przykład transformatorów, silników i zespołów świetlówek. Występuje na nich pełne napięcie sieci U_{sk}, płynie przez nie jakiś prąd I_{sk}. Wskutek przesunięcia fazy efekt jest taki że, mówiąc obrazowo, nie cały prąd jest wykorzystywany. Prąd płynie przez urządzenie, a jakby nie działa – wszystko

przez wspomniane przesunięcie fazy.

To właśnie dlatego dławik do świetlówki ma zadziwiająco duży prąd nominalny, a moc (czynna) współpracującej świetlówki jest nieporównanie mniejsza niż iloczyn prądu dławika i napięcia sieci.

Sytuacja wygląda w przybliżeniu tak: 40-watowa świetlówka pobiera z sieci 220V właśnie 40 watów mocy czynnej. Przez świetlówkę i szeregowy dławik nie płynie jednak prąd o wartości 0,182A (0,18A*220V=40W), tylko powiedzmy 0,7A czy 0,8A. Podobnie jest w przypadku silników prądu zmiennego i transformatorów. Dla odbiorcy nie jest to problem, bo jego licznik energii zlicza moc czynną. Z punktu widzenia dostawców energii sytuacja jest zdecydowanie niekorzystna, ponieważ w przewodach płynie duży prąd, który niejako nie jest wykorzystywany. A jeśli płynie, to wywołuje niepotrzebne straty na rezystancji przewodów. Właśnie dlatego kiedyś duże zakłady przemysłowe płaciły kary, gdy kąt przesunięcia między prądem a napięciem był zbyt duży, czyli kosinus φ zbyt mały.



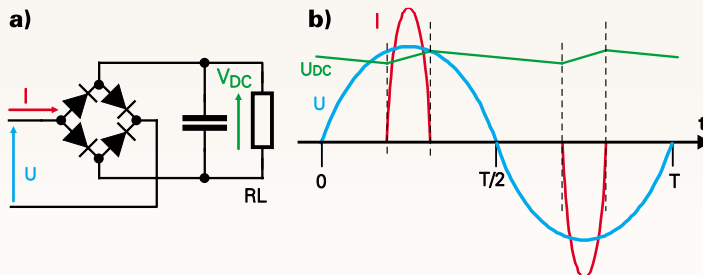
$$P = V_{sk} * I_{sk} * \cos \varphi \quad \text{moc rzeczywista}$$

$$Q = V_{sk} * I_{sk} * \sin \varphi \quad \text{moc urojona}$$

$$S = V_{sk} * I_{sk} \quad \text{moc zespolona}$$

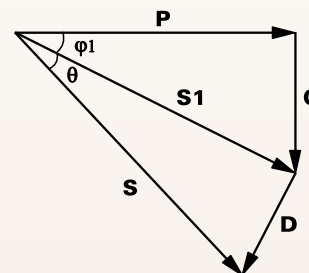
Rys. 1

Z podanych informacji mogłoby wynikać, że wartość kosinusa φ to właśnie omawiany współczynnik mocy. Taki wniosek jest prawidłowy pod jednym warunkiem: przebiegi napięcia i prądu są przebiegami sinusoidalnymi.



Rys. 2

Czy jednak tak jest naprawdę? Przed laty nie wniano w szczególności i nie rozważano innych przypadków. Z czasem okazało się, iż do sieci jest podłączonych coraz więcej urządzeń, które powodują odkształcenie przebiegu prądu. Przykładem jest choćby obwód wejściowy prostej sieciowej przetwornicy impulsowej, pokazany w uproszczeniu na **rysunku 2a**. **Rysunek 2b** udowadnia, że przebieg prądu zupełnie nie przypomina sinusoidy, inaczej mówiąc, zawiera dodatkowe harmoniczne. Jeśli tak, to we wzorze na moc czynną należy uwzględnić obecność tych harmonicznych i ich przesunięcia fazowe. Graficznie sytuację pokazuje **rysunek 3**. Rozważania matematyczne są tu dość złożone, w każdym razie współczynnik mocy obejmuje nie tylko kosinus φ, ale także wszystkie inne czynniki, które powodują, że moc czynna P jest mniejsza od mocy zespolonej S.



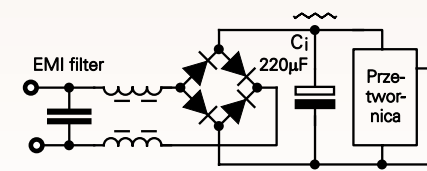
Rys. 3

Omawiany problem nabiera coraz większego znaczenia, ponieważ do sieci dołączonych jest coraz więcej urządzeń elektronicznych, wyposażonych w przetwornice impulsowe i inne układy, odkształcające przebieg prądu. Konstruktorów układów zasilających zachęca się do stosowania nowocześniejszych

rozwiązań, ograniczających lub eliminujących ten problem. Stopniowo wprowadzane są coraz ostrzejsze normy, a docelowo we wszystkich urządzeniach trafiających na rynek mają być stosowane układy, które będą pobierać z sieci prąd, który jest w fazie z napięciem i jest bardzo zbliżony do sinusoidy. Właśnie na takie zagadnienia zwrócił uwagę nasz Czytelnik **Leon Charkiewicz**, który odniósł się do jednego z pomysłów z rubryki "Genialne schematy", polegającego na redukcji mocy czynnej przez zastosowanie diody: *Ta sama dioda, widziana 40 lat temu jako "cudowny, półwkowy regulator mocy" obecnie może być postrzegana trochę inaczej. Autora "Regulatora" zamieszczzonego w dziale "Genialne schematy" w EdW 4/2000 na str. 82 zachęcam do przeanalizowania przykładu ze str. 26, 27 książki "Energoelektronika" Stanisława Pióroga z 1998r. artykułu "Zasilanie w automatyce" z EP 3/2000 str. 31, 32 i nowej normy Unii Europejskiej EN61000-3-2. Sądzę, że warto popatrzeć na problem "Regulatora" nie tylko w perspektywie mocy czynnej.*

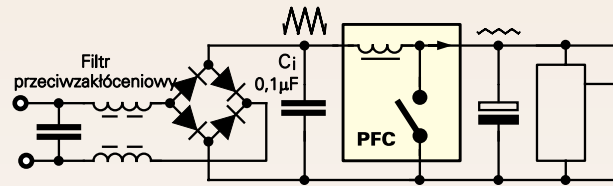
O ile amator długo jeszcze będzie mógł sobie pozwolić na stosowanie w swych jednostkowych konstrukcjach takich prymi-

tywnych sposobów, o tyle zawodowi konstruktorzy będą musieli stosować się do coraz bardziej restrykcyjnych norm w tym zakresie. Polega to na stosowaniu przetwornic impulsowych o innej konfiguracji układowej oraz innych sterowników. O ile klasyczne przetwornice impulsowe, od dawna oznaczane skrótem SMPS (Switched Mode Power Supply), mają współczynnik mocy rzędu 0,6, o tyle nowe przetwornice i scalone przetworniki do nich oznacza się skrótem PFC, który można rozszyfrować jako Power Factor Controller lub Power Factor Corrector, zapewniają one, wartość PF bliską 1.



Rys. 4

Praktycznie wszyscy czołowi producenci scalonych sterowników do przetwornic



Rys. 5

wprowadzili do swej oferty kontrolery PFC. **Rysunek 4** pokazuje bardzo uproszczony schemat blokowy klasycznego zasilacza SMPS (przetwornicy impulsowej), a **rysunek 5** - zasilacza typu PFC. Jak widać, nadal jest to zasilacz impulsowy, a na uwagę zasługuje przede wszystkim brak dużego "elektrolita" za mostkiem prostowniczym. Właśnie to jest pierwszy, niezbędny czynnik. Dopiero wtedy inteligentne sterowanie przetwornicy, niejako w takt przebiegu napięcia, umożliwi "równomierny" pobór prądu, proporcjonalny do chwilowej wartości napięcia sieci. I właśnie to, przy zastosowaniu skutecznego filtra przeciwzakłóceńowego, pozwala uzyskać sinusoidalny kształt prądu pobieranego z sieci i zerowe przesunięcie fazowe, czyli współczynnik PF bliski jedności.

"Kiedy będą horoskopy??! Bo póki co, tak słodko, że mdli"

– Mirosław Kopera, Dębica

Najciekawsze Uwagi do Redakcji nadsyłane w ramach Miniankiety cz. 1

Stacja kosmiczna MIR, wysyłamy wam EdW, uruchomicie ją na nowo. Z EdW można zrobić wszystko

– **Wojciech Paździor, Lublin**

EdW albo... JAKIE ALBO!!! – tylko EdW - **Marcin Gołosz, Tychy**
To skandal! Jesteście zбочeni!!! – ale zawodowo. Witajcie w klubie

– **Marcin Biernat, Strachówka**

Każdy numer EdW poraża napięciem profesjonalizmu

– **Radosław Szycko z Goleniowa**

Może niedługo zapanuję nad moim domem waszym wspaniałym Bascomem

– **Wojtek Wojciechowski, Nowy Dwór Maz.**

Dzięki EdW nareszcie kupiłem odpowiedni model kabla bezprzewodowego i naprawiłem swoją baterię na baterie słoneczne

– **Bogusław Dzielski, Siemianowice Śl.**

Wzbijmy się w przestworza – BASCOM doda nam skrzydeł

– **Piotr Michalski, Zgierz**

Z uwagi na brak uwag, uważam, że jest OK

– **Wojciech Ukraiński, Łomża**

Szkoła albo EdW? Oto jest pytanie – **Marcin Grzegorzek, Rybnik**
Niektórzy wolą kupować EdW w kiosku, spotykając się tym samym z miłą sprzedawczynią – **Sławomir Łoński**

Elektronika jest cudowna – służy człowiekowi, choć jest martwa
– **Mariusz Ciszewski, Polanica Zdrój**

A tak, to jest QL – **Bartosz Tomeczko, Wrocław**

Poczta była COOL szczególnie dlatego, że wylosowałem nagrodę

– **Łukasz Podgórnik, Dąbrowa Tarnowska**

Oby wasz rozwój następował tak szybko, jak wzrost częstotliwości taktowania procesorów – **Krzysztof Nowak, Preczów**

Wyraży współczucia w związku z listami o pomoc w przygotowaniu prac dyplomowych – **Paweł Cabała, Gronowo Elbląskie**

Co tu dużo ściemniać – dzięki za folię świecącą! Ale mnie oświeciło... – a to dlatego, że EdW jest tak błyskotliwa!

– **Marcin Biernat, Strachówka**

Nie martwcie się, i tak jesteście najlepsi

– **Tomasz Drożdżał, Gliwice**

Jesteście dobrzy, ale możecie być lepsi

– **Łukasz Szymański, Orzechowo**

Projektem BASCOM College rzuciliście mnie na kolana. Aż mi się chce programować – **Jarosław Kempa, Doruchów**

Jesteście w "dechę", a raczej w płytkę drukowaną na laminacie dwustronnym z metalizacją! – **Andrzej Herok, Połomia**

Nie będę się produkował, bo i tak tego nie wydrukujecie

– **Marcin Mól, Olkusz**

Ocień haraszo!!! – **Adrian Helwik, Bogatynia**

Ostrzegam! EdW w rękach moich dzieci grozi nowym Noblem!

– **Paweł Namsolleck, Hawa**

Macie co chcecie – z EdW nie zginięcie

– **Jarosław Kempa, Doruchów**