

# **INSTALACJE ELEKTRYCZNE**

## **część 9**

# ZAKRES WYKŁADU

- 1) Układy zasilania rezerwowego
- 2) Układy zasilania awaryjnego
- 3) Układy zasilania gwarantowanego
- 4) Przykłady zadań z instalacji elektrycznych

Duża różnorodność odbiorników energii elektrycznej ściśle związanych z urządzeniami produkcyjnymi i technologią produkcji w zakładach przemysłowych, stosowanych w budynkach mieszkalnych i użyteczności publicznej, która wiąże się z różnego rodzaju zagrożeniami dla człowieka, zwierząt hodowlanych i środowiska, wymagają zapewnienia **właściwych parametrów** jakościowych energii elektrycznej oraz w szczególności – dużej **pewności zasilania**.

Obiektami wymagającymi zwiększonej pewności zasilania są: szpitale, banki, ważne urzędy państwowe, stacje pogotowia ratunkowego, obiekty wojskowe, zawodowa straż pożarna, obiekty łączności i inne.

Wymaga się, aby w przypadku zaniku napięcia w torze zasilania podstawowego, nastąpiło bezzwłoczne przełączenie na zasilanie dodatkowe, które powinno odbywać się z wykorzystaniem automatyki samoczynnego załączenia rezerwy (SZR).

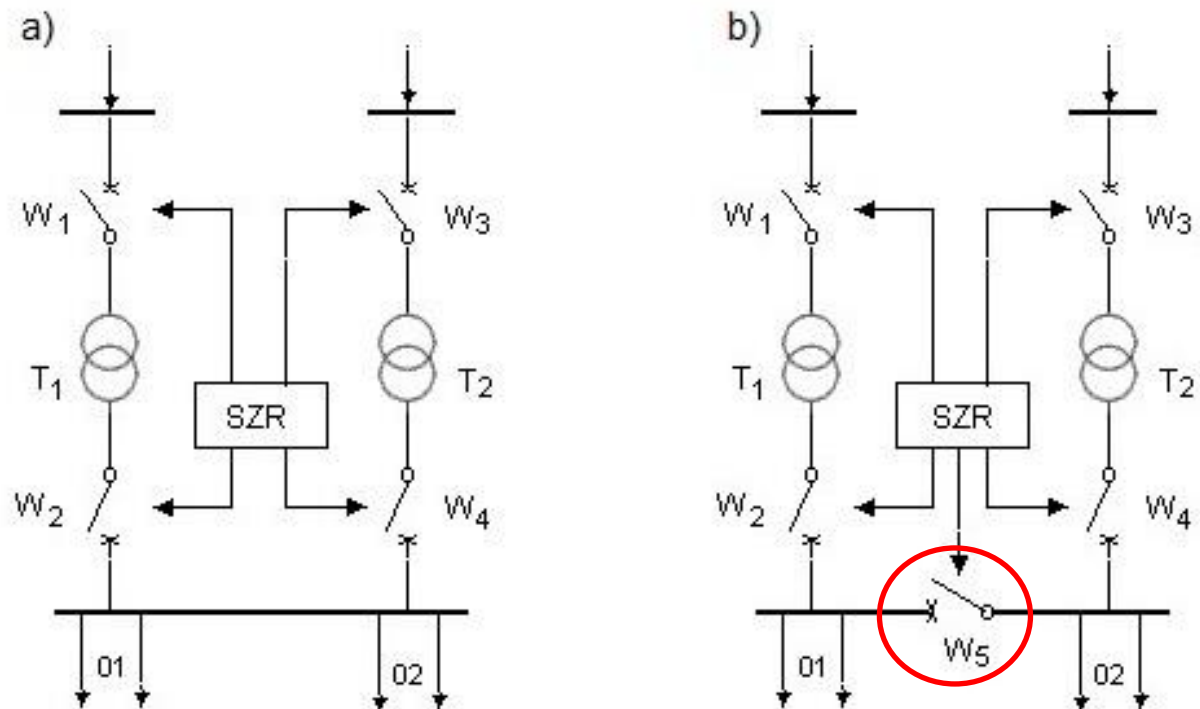
## UKŁADY ZASILANIA REZERWOWEGO

W przypadku utraty zasilania w torze podstawowym układ automatyki samoczynnego załączenia rezerwy (SZR) sieci/sieć przełącza tor podstawowy na rezerwowe źródło zasilania, którego elementami mogą być np. linie elektroenergetyczne lub transformatory.

Układ zasilania rezerwowego może pracować jako rezerwa jawna lub rezerwa ukryta

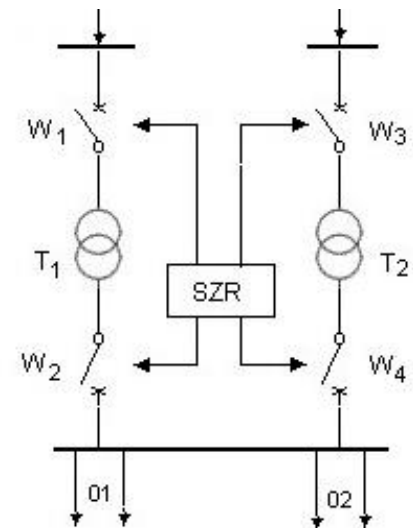
Układy  
 samoczynnego  
 zasilania:

a) z rezerwą jawną,  
 b) z rezerwą ukrytą



**W układach z rezerwą jawną** – podstawowym źródłem zasilającym jest transformator T1 natomiast transformator T2 stanowi źródło rezerwowe. W stanie normalnej pracy włączone są wyłączniki W1 oraz W2, natomiast wyłączniki W3 oraz W4 są otwarte.

W przypadku zaniku napięcia w torze zasilającym transformator T1, wyłączniki W1 oraz W2 zostają otwarte natomiast wyłączniki W3 oraz W4 – włączone. Zasilanie jest w tym przypadku realizowane przez transformator T2. W przypadku powrotu napięcia w torze zasilającym transformator T1, następuje otwarcie wyłączników W3 i W4, natomiast wyłączniki W1 i W2 zostają włączone. Takie samo postępowanie obowiązuje w przypadku zaniku napięcia w torze zasilającym transformator T2.



**W układach z rezerwą ukrytą** – w normalnych warunkach pracują oba źródła, wyłącznik sprzęgłowy WS jest otwarty, a rezerwa tkwi w niepełnym wykorzystaniu ich mocy lub w możliwości ich przeciążenia. Grupy odbiorników 01 i 02 zasilane są z odrębnych szyn.

W przypadku uszkodzenia dowolnego elementu toru (linii lub transformatora) i pozbawienia jednej sekcji napięcia, układ SZR spowoduje zamknięcie wyłącznika sekcyjnego W5, przywracając zasilanie wyłączonej sekcji.

Istotne znaczenie dla SZR odgrywa **czas zadziałania i czas przerwy**, dobrane do warunków pracy zasilanych odbiorników. Czasy te są sobie równe wówczas, gdy urządzenie do samoczynnego załączenia rezerwy zostaje pobudzone do działania przez otwarcie wyłącznika źródła zasilania podstawowego. Jest to tzw. skrócony cykl SZR.

Czas zadziałania jest dłuższy od czasu przerwy w przypadku, jeżeli przyczyną rozruchu urządzenia SZR jest zanik napięcia w źródle podstawowym. Brak napięcia stanowi tu kryterium pobudzenia SZR; następuje pełny cykl samoczynnego załączenia rezerwy.

Ze względu na czas działania rozróżnia się:

- a) urządzenia powolnego SZR o czasie przerwy dostatecznie długim dla wytłumienia szczytkowego napięcia, większym od 0,4 s,
- b) urządzenia szybkiego SZR o czasie przerwy na tyle krótkim, aby wektory napięcia sieciowego i szczytkowego nie zdążyły się jeszcze rozejść. Czas ten powinien być nie krótszy niż 0,25 s.

Jeżeli odbiornikami są silniki elektryczne zasilane z szyn zbiorczych rezerwowanych, czas przerwy powinien być dobrany z uwzględnieniem niebezpieczeństwa włączenia tych silników na napięcie rezerwowe. Na zaciskach silnika asynchronicznego występuje tzw. napięcie szczytkowe (resztkowe) o znikającej amplitudzie i malejącej częstotliwości.

Napięcie szczytkowe może się znaleźć w przeciwfazie z napięciem źródła rezerwowego po czasie przerwy trwającej ok. 0,25 do 0,4 s; amplituda napięcia szczytkowego po tym czasie może być jeszcze dość znaczna (powyżej 0,3  $U_f$ ). Załączenie silnika pod napięcie w tym przedziale czasu może być dla niego groźne.

## ZESPOŁY ZASILANIA AWARYJNEGO

### Zespoły prądowórcze

Zespół prądowórczy jest powszechnie stosowanym źródłem zasilania awaryjnego. Zadaniem zespołu prądowórczego jest zasilanie odbiorników energii elektrycznej w przypadku nadmiernego obniżenia się napięcia lub wyłączenia podstawowego źródła zasilania.

W przypadku sterowania ręcznego czas jaki upływa od zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej do podania go ze źródła awaryjnego **przekracza 1 minutę**. Jeżeli sterowanie odbywa się za pomocą układu automatyki SZR, włączenie zespołu prądowórczego odbywa się automatycznie.

Czas rozruchu odbywa się z opóźnieniem **od 5 do 10 s**. Obecnie są stosowane układy z krótkim czasem rozruchu oraz układy z zerowym czasem przełączenia na zasilanie awaryjne.

Zespół prądotwórczy składa się z następujących elementów:

- a) generatora (prądnicy synchronicznej) – służy do zamiany energii mechanicznej na energię elektryczną,
- b) silnika spalinowego – zamienia energię chemiczną paliwa na energię mechaniczną,
- c) regulatora prędkości obrotowej,
- d) regulatora napięcia generatora,
- e) układu wzbudzenia generatora,
- f) układu sterowania,
- g) układu rozruchu,
- h) aparatury łączeniowej.



## Podział zespołów prądotwórczych ze względu na miejsce i sposób użytkowania

Ze względu na miejsce i sposób użytkowania, zespoły prądotwórcze dzielą się na:

**1) Zespoły stacjonarne** – są urządzeniami elektroenergetycznymi o stosunkowo dużej mocy, instalowane na stałych fundamentach w odpowiednio przystosowanych pomieszczeniach. W układzie elektroenergetycznym spełniają podstawową rolę zasilaczy rezerwowo-awaryjnych dla odbiorów energii elektrycznej wymagających dużej pewności zasilania.

Zespoły stacjonarne wyposażone są w samoczynne urządzenia rozruchowe, powodujące uruchomienie zespołu natychmiast po zaniku zasilania podstawowego oraz zatrzymujące zespół, po ponownym pojawieniu się napięcia w torze podstawowym.

Zespoły stacjonarne są wyposażone w odpowiednio duże zbiorniki paliwa i są przystosowane do długotrwałej pracy;

**2) Zespoły przewoźne (ruchome)** – instalowane na odpowiednio przystosowanych przyczepach i przewożone za pomocą różnych środków transportowych. Zespoły przewoźne są w szczególności rozpowszechnione w obszarach o słabo rozwiniętej strukturze elektroenergetycznej i częstych przerwach w dostawie energii.

Znajdują zastosowanie na budowach oraz do zasilania różnych urządzeń polowych. Służą wtedy do zasilania oświetlenia, klimatyzacji pomieszczeń i drobnych odbiorów silnikowych w sklepach, magazynach, warsztatach rzemieślniczych, a także w domach mieszkalnych. Zespoły przewoźne muszą cechować się prostą konstrukcją o dużej wytrzymałości mechanicznej, przystosowane do obsługi przez osoby poinstruowane.

Zespoły prądotwórcze są zasilane najczęściej silnikami spalinowymi wysokoprężnymi lub benzynowymi. Generatory zespołów prądotwórczych są maszynami synchronicznymi trójfazowymi o częstotliwości 50 Hz i napięciu znamionowym wynoszącym **zazwyczaj 0,4 kV**.

Moce stosowanych obecnie zespołów prądotwórczych zawierają się w granicach od kilku kVA do 6 MVA. Przeznaczone są do różnych sposobów eksploatacji oraz do zabudowy w pomieszczeniu, w wolnostojącym kontenerze lub mogą mieć charakter przewoźny. Budowane są też zespoły prądotwórcze o innych parametrach napięcia znamionowego i mocy, w tym zespoły jednofazowe i prądu stałego.

Zespoły prądotwórcze są dostarczane przez producentów jako urządzenia kompletne, stałe lub ruchome, wyposażone w pełny zespół przyrządów pomiarowych, automatyki i sterowania.



## KLASY WYMAGAŃ EKSPLOATACYJNYCH ZESPOŁÓW PRĄDOTWÓRCZYCH

Według PN-EN 88528-11:2007 Zespoły prądotwórcze prądu przemiennego napędzane silnikami spalinowymi tłokowymi — Część 11: Wirujące bezprzerwowe systemy zasilania — Wymagania i metody badań, rozróżnia się **cztery klasy wymagań eksploatacyjnych**:

- 1) **G1** – zasilanie odbiorników, które wymagają spełnienia podstawowych parametrów jakościowych w zakresie napięcia oraz częstotliwości, takich jak np. oświetlenie, ogrzewanie elektryczne itp.;
- 2) **G2** – zasilanie odbiorników, dla których wymagania w zakresie jakości dostarczanej energii elektrycznej są zbliżone do wymagań w odniesieniu do publicznych sieci elektroenergetycznych. W przypadku zmian w obciążeniu dopuszczalne są chwilowe odchylenia od znamionowych wartości napięcia i częstotliwości. Do odbiorników spełniających wymagania tej klasy należy zaliczyć: oświetlenie, pompy, wentylatory, dźwigi itp.;
- 3) **G3** – zasilanie odbiorników o zwiększonych wymaganiach w zakresie dostarczanej energii elektrycznej. Przykładem takich urządzeń mogą być zasilacze UPS, systemy telekomunikacyjne itp.;
- 4) **G4** – zasilanie odbiorników o wysokich wymaganiach w zakresie dostarczanej energii elektrycznej.

Parametr		Jednostka	Graniczna wartość eksploatacyjna, dla klasy wymagań			
			G1	G2	G3	G4
Spadek częstotliwości		%	$\leq 8$	$\leq 5$	$\leq 3$	Wartości parametrów należy uzgodnić z producentem zespołu
Pasma względnych zmian częstotliwości w stanach ustalonych		%	$\leq 2,5$	$\leq 1,5$	$\leq 0,5$	
Przejściowa odchyłka częstotliwości od wartości znamionowej	100 % nagłego spadku mocy	%	$\leq +18$	$\leq +12$	$\leq +10$	
	Nagły wzrost mocy		$\leq -15$	$\leq -10$	$\leq -7$	
Czas odbudowania częstotliwości		s	$\leq 10$	$\leq 5$	$\leq 3$	
Odchyłka napięcia w stanie ustalonym		%	$\leq \pm 5^{1)}$	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1$	
Przejściowa odchyłka napięcia	100 % nagłego spadku mocy	%	$\leq +35$	$\leq +25$	$\leq +20$	
	Nagły wzrost mocy		$\leq -25$	$\leq -20$	$\leq -10$	
Czas odbudowania napięcia		s	$\leq 10$	$\leq 6$	$\leq 4$	
<b>Uwaga!</b> Pełny zestaw wymagań został określony w normie PN-ISO 8528-5						
1) -dla zespołów o mocy do 10 KVA: $\leq \pm 10\%$						

Najważniejsze wymagania graniczne wartości eksploatacyjnych przebiegów napięcia i częstotliwości dla poszczególnych klas zespołów prądotwórczych

## Podział ze względu na czas rozruchu i stosowanie zespołów prądotwórczych

Ze względu na czas rozruchu, jaki upływa od czasu zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej, do chwili jego podania z generatora zespołu prądotwórczego, zespoły prądotwórcze mogą być:

- a) z długotrwałym zanikiem napięcia,
- b) z krótkotrwałym zanikiem napięcia,
- c) bez zaniku napięcia.

Zespoły prądotwórcze z długotrwałym zanikiem napięcia są powszechnie stosowane w układach zasilania awaryjnego. Po zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej automatyka zespołu uruchamia procedurę jego rozruchu z opóźnieniem od 5 do 10 sekund. Czas, jaki upływa od zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej do podania go ze źródła awaryjnego, nie przekracza **1 minuty**. Załączenie odbiorników z zespołu odbywa się automatycznie przez układ automatyki SZR.

Po ponownym pojawieniu się napięcia w sieci elektroenergetycznej automatyka SZR powoduje przełączenie zasilania odbiorników na tor zasilania podstawowego nie wyłączając zespołu. Po przełączeniu zespół prądotwórczy pracuje na biegu jałowym jeszcze przez co najmniej 3 minuty, dla wychłodzenia generatora.

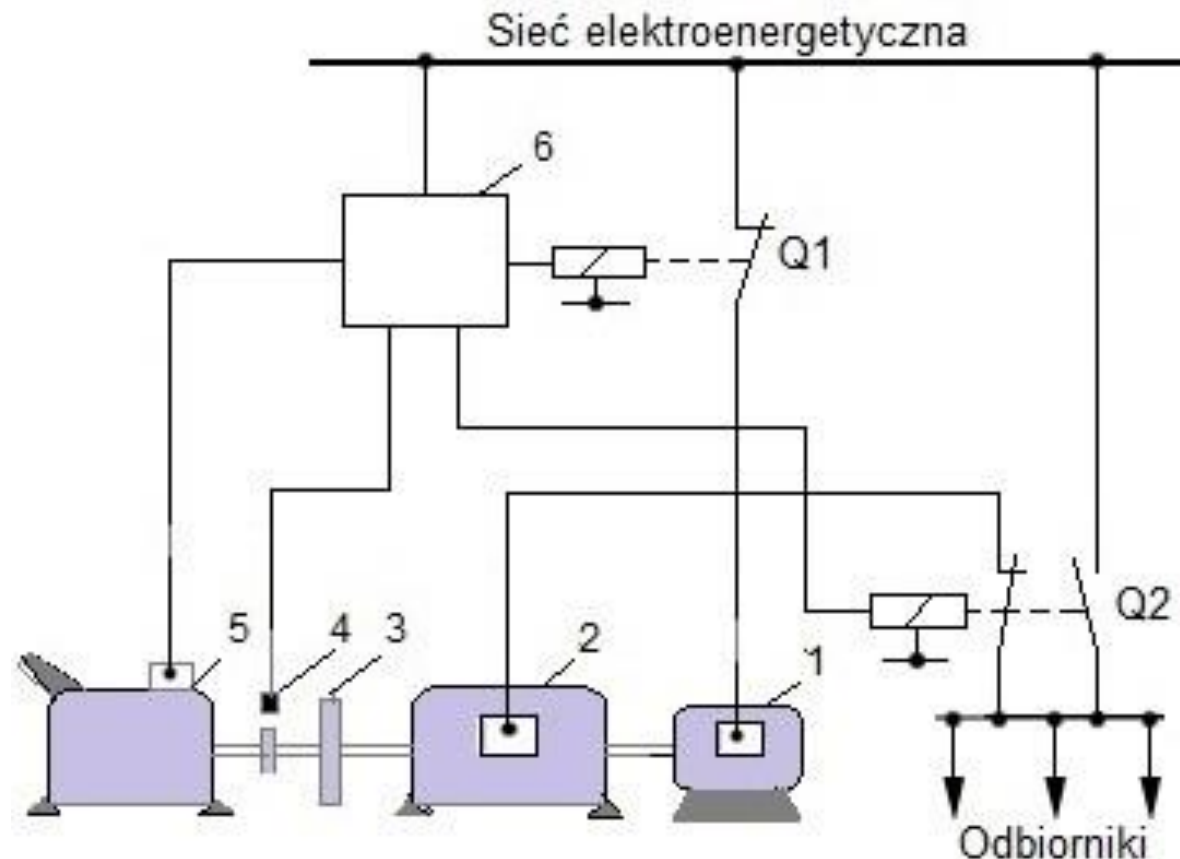
## Zespół prądotwórczy w układzie pracy z krótkim czasem rozruchu

W normalnych warunkach zasilania silnik elektryczny synchroniczny (1) pobiera energię z sieci elektroenergetycznej, napędza generator (2) i koło zamachowe (3). Sprzęgło (4) jest rozłączone. Generator pracuje na biegu jałowym.

Z chwilą zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej następuje:

- a) otwarcie łącznika Q1,
- b) automatyczne zamknięcie sprzęgła (4),
- c) zgromadzona energia kinetyczna w kole zamachowym powoduje szybki rozruch silnika spalinowego (5), który w krótkim czasie przejmuje napęd generatora(2),
- d) podanie napięcia z generatora powoduje automatyczne przełączenie łącznika Q2 na zasilanie ze źródła awaryjnego i podanie napięcia do odbiorników.

Czas, w którym odbiorniki pozostają bez dostawy energii elektrycznej, na ogół nie przekracza 2 s.



### Schemat zespołu prądotwórczego z krótkim czasem rozruchu

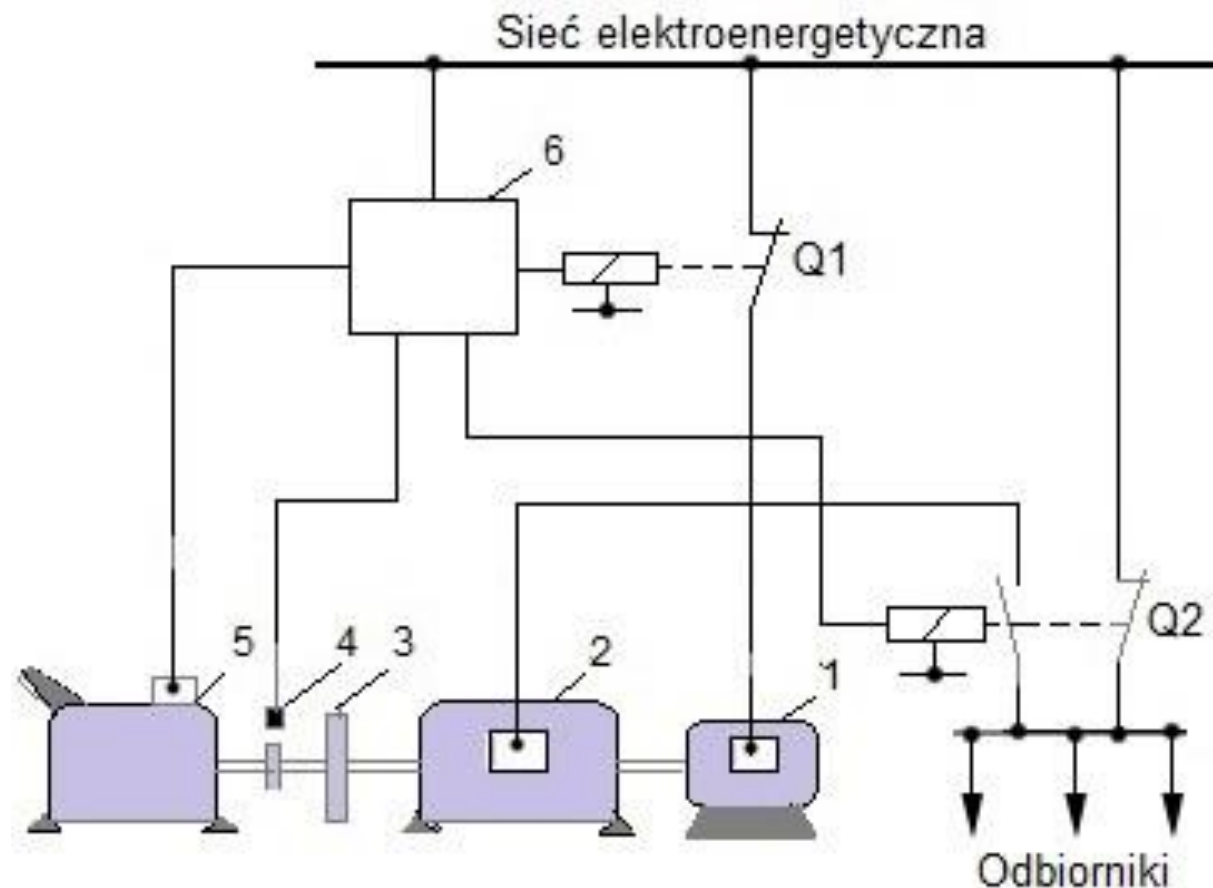
Oznaczenia: 1 – silnik elektryczny do napędu generatora i koła zamachowego, 2 – generator, 3 – koło zamachowe, 4 – sprzęgło elektromagnetyczne, 5 – silnik spalinowy, 6 – rozdzielnica potrzeb własnych z układem sterowania i automatyki.

## Zespół prądotwórczy w układzie pracy z zerowym czasem przełączenia na zasilanie awaryjne

W układzie z zerowym czasem przełączenia na zasilanie awaryjne zastosowano silnik elektryczny synchroniczny o mocy równej mocy generatora zespołu prądotwórczego. Obwody odbiorcze zasilane są z generatora zespołu prądotwórczego.

W normalnym stanie pracy silnik elektryczny (1) jest zasilany z sieci elektroenergetycznej i napędza generator zespołu prądotwórczego (2) wraz z kołem zamachowym (3). W przypadku zaniku napięcia w sieci elektroenergetycznej (brak zasilania silnika elektrycznego):

- a) sprzęgło (4) łączy koło zamachowe z silnikiem spalinowym (5),
- b) zgromadzona w kole zamachowym energia kinetyczna jest w stanie spowodować szybki rozruch silnika spalinowego, który przejmuje napęd generatora zespołu,
- c) łącznik Q2 w tym przypadku spełnia jedynie funkcję rezerwową.

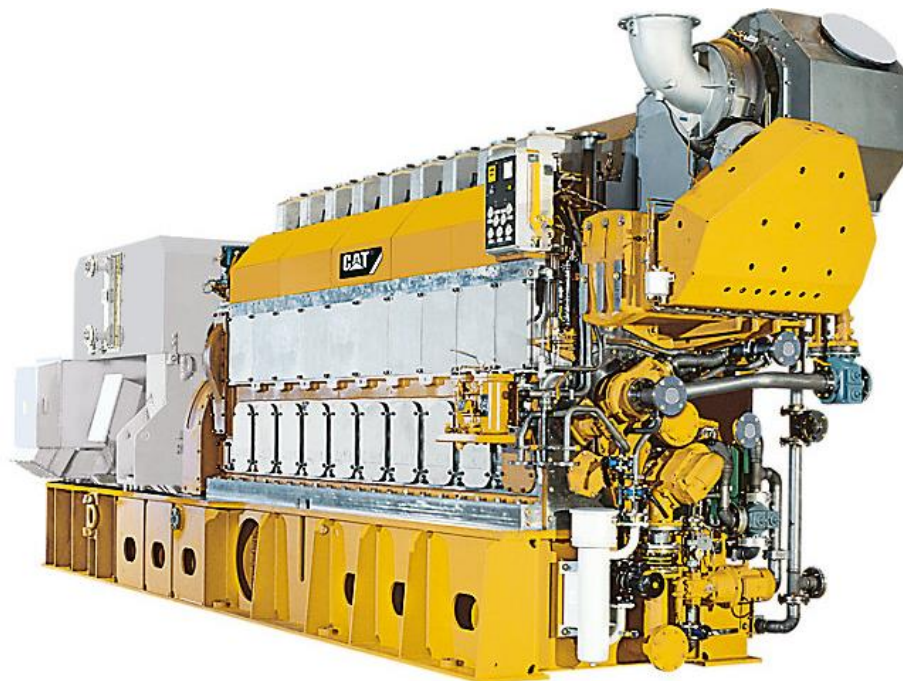


### Schemat zespołu prądotwórczego z zerowym czasem przełączenia na zasilanie awaryjne

Oznaczenia: 1 – silnik elektryczny do napędu generatora i koła zamachowego, 2 – generator, 3 – koło zamachowe, 4 – sprzęgło elektromagnetyczne, 5 – silnik spalinowy, 6 – rozdzielnica potrzeb własnych z układem sterowania i automatyki.

Zespół prądotwórczy pracujący w układach zasilania awaryjnego może być instalowany w kontenerze ustawionym na fundamencie betonowym poza budynkiem lub w specjalnie do tego celu przystosowanym pomieszczeniu.

Instalacja zespołu w pomieszczeniu wymaga czerpni powietrza oraz odprowadzenia spalin i odpowiedniej wentylacji pomieszczenia. Pomieszczenie, w którym zostanie zainstalowany zespół prądotwórczy, należy wyposażyć w rozdzielnicę potrzeb własnych z układem sterowania, oświetlenie, gniazda odbiorcze oraz instalację elektryczną sterowania wentylacją oraz innymi urządzeniami projektowymi.

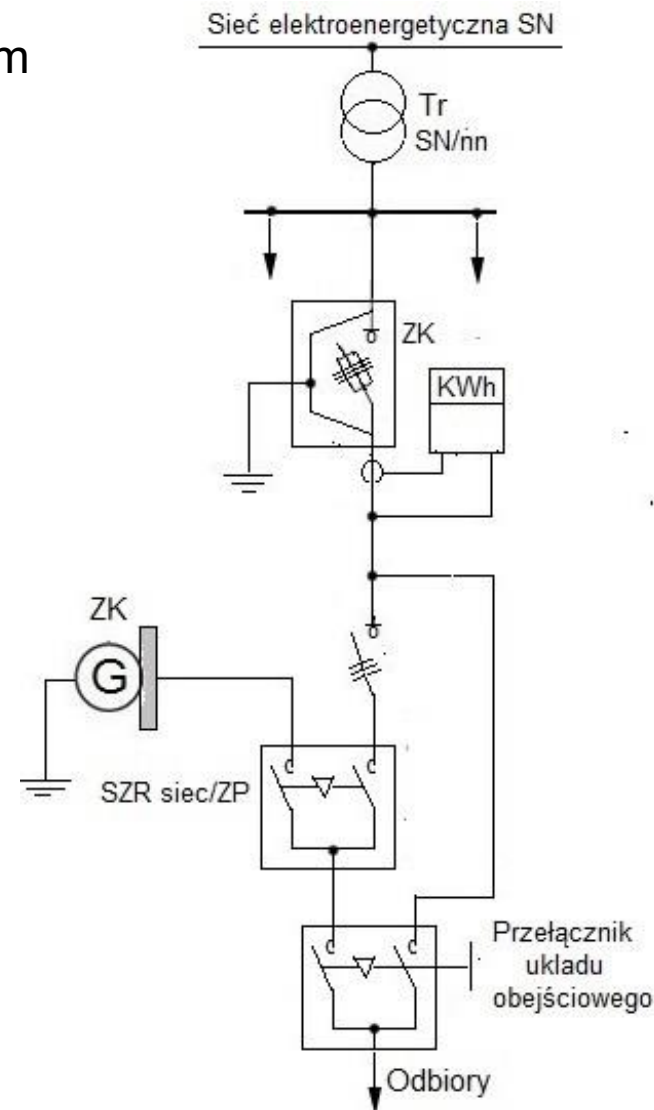


## Układ współpracy sieć / ZP z układem obejściowym

Zasilanie wielu zakładów przemysłowych, komunalnych, rolnych, a także dużych budynków mieszkalnych w przypadku awarii lub konieczności dokonania prac naprawczych lub konserwacyjnych, odbywa za strony zespołu prądotwórczego (ZP) współpracującego z rozdzielczą siecią elektroenergetyczną, z zastosowaniem układu obejściowego w torze zasilania awaryjnego.

Układ ten, przy zastosowaniu samoczynnego załączenia rezerwy (SZR), umożliwia zachowanie ciągłości zasilania.

## Układ współpracy sieć / ZP z układem obejściowym



## ZASADY EKSPLOATACJI

Przyjęcie do eksploatacji zespołu prądowórczego nowego, przebudowanego lub po remoncie, może nastąpić po przeprowadzeniu, z wynikiem pozytywnym, odpowiednich prób i pomiarów przewidzianych w instrukcji fabrycznej i instrukcji eksploatacji.

Jeżeli zespół prądowórczy ma być przyłączony do wspólnej sieci elektroenergetycznej lub jest przewidziany jako samoczynne rezerwowe źródło zasilania urządzeń zasilanych ze wspólnej sieci, to przyjęcie do eksploatacji zespołu powinno odbywać się za zgodą właściwego terytorialnie przedsiębiorstwa energetycznego i w obecności przedstawiciela jednostki organizacyjnej zarządzającej daną siecią.

Zespół prądowórczy o napięciu znamionowym 0,4 kV lub wyższym przed przyjęciem do eksploatacji powinien być poddany **ruchowi próbnemu** na warunkach przewidzianych w dokumentacji producenta.

Przed przyjęciem zespołu prądotwórczego do eksploatacji należy sprawdzić:

- a) kompletność dokumentacji,
- b) gotowość urządzenia do pracy,
- c) wyniki prób i pomiarów fabrycznych, w przypadku urządzeń uruchamianych po remoncie w zakładzie remontowym,
- d) wyniki pomiarów kontrolnych,
- e) zapewnienie dostaw i zapasów paliwa, oleju oraz niezbędnych części zamiennych,
- f) bezpieczeństwo przeciwporażeniowe i pożarowe,
- g) zapewnienie odpowiednich warunków bhp dla obsługi.

Eksploatacja zespołów prądotwórczych powinna być prowadzona w oparciu o **program pracy**. Nie ma obowiązku opracowywania programów pracy dla zespołów o mocy znamionowej mniejszej niż 32 kVA. Program pracy zespołu prądotwórczego powinien być opracowany i korygowany co najmniej raz na trzy lata.

## W programie pracy należy uwzględnić:

- a) układ połączeń sieci dla ruchu normalnego i w przypadku zakłóceń,
- b) sposób przyłączenia do wspólnej sieci i synchronizacji,
- c) charakterystykę zasilanych odbiorów oraz wymagane wartości napięcia i częstotliwości,
- d) moc przewidywaną do dostarczania przez zespół prądotwórczy i czas pracy,
- e) warunki uruchamiania zespołu,
- f) wielkości zapasów paliwa i oleju, niezbędne dla przewidzianego ciągłego czasu pracy,
- g) wymagania i zalecenia w zakresie oszczędności paliw i energii.

Na zespole prądotwórczym powinny być umieszczone w sposób trwały i czytelny następujące informacje:

- a) dane techniczne urządzeń umieszczone na tabliczkach znamionowych,
- b) symbole zacisków ochronnych,
- c) symbole zacisków wyjściowych generatora,
- d) strzałki na obudowach silnika i generatora wskazujące prawidłowy kierunek wirowania.

## Prowadzenie ruchu

Jeżeli dokumentacja techniczna nie stanowi inaczej, to moc silnika asynchronicznego zwartego o rozruchu bezpośrednim przyłączonego do zespołu prądotwórczego o napięciu znamionowym do 1 kV, nie może przekraczać:

- a) 70% mocy znamionowej zespołów o mocy do 60 kW,
- b) 50% mocy znamionowej, jeżeli moc zespołu jest większa niż 60 kW.

Przed uruchomieniem zespołu prądotwórczego przewoźnego należy sprawdzić:

- a) prawidłowość ustawienia na stanowisku roboczym,
  - b) prawidłowość przyłączenia do sieci,
  - c) prawidłowość odłączenia od wspólnej sieci odbiorników, które nie mają być zasilane z zespołu,
  - d) dostosowanie mocy i napięcia zespołu do mocy i napięcia zasilanych odbiorników,
  - e) stan ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej,
  - f) zgodność obrotów silnika i generatora oraz ich zgodność z instrukcją,
  - g) zgodność paliwa i olejów smarowniczych z instrukcją fabryczną.
- Utrzymywanie zespołu w należytych stanie technicznym wymaga przeprowadzania okresowych oględzin i przeglądów.

## Oględziny zespołu

Powinny być przeprowadzane co najmniej raz w tygodniu i powinny obejmować sprawdzenie:

- a) czystości zespołu i pomieszczenia,
- b) zasilania w paliwo,
- c) smarowania i chłodzenia maszyn,
- d) układu rozruchowego,
- e) wskaźników kontrolno-pomiarowych,
- f) stanu ochrony przeciwporażeniowej,
- g) stanu zabezpieczeń przeciwpożarowych i sprzętu gaśniczego,
- h) wyposażenia obsługi w odzież i sprzęt ochronny,
- i) stanu i poprawności działania części mechanicznej; braku drgań i stuków w maszynach (przez osłuchanie).

## Kontrola pracy zespołu prądotwórczego

Co najmniej raz w miesiącu należy przeprowadzić kontrolę pracy zespołu obejmującą między innymi:

- a) sprawdzenie akumulatora rozruchowego,
- b) sprawdzenie stanu zaopatrzenia w paliwo i smary,
- c) sprawdzenie czystości filtrów paliwa, oleju i powietrza,
- d) pomiar rezystancji izolacji uzwojeń generatora,
- e) próbne łączenie za pomocą wyłącznika głównego,
- f) uruchomienie i sprawdzenie działania blokad.

## Przegląd zespołu prądotwórczego

Powinien być przeprowadzany **nie rzadziej niż co 6 miesięcy**, o ile instrukcja fabryczna nie przewiduje inaczej. Przegląd powinien obejmować w szczególności:

- a) oględziny w pełnym zakresie,
- b) wymianę oleju i smarowanie całego zespołu,
- c) oczyszczenie styków elektrycznych,
- d) pomiary rezystancji izolacji uzwojeń i obwodów,
- e) pomiary skuteczności działania ochrony przeciwporażeniowej,
- f) sprawdzenie instalacji rozruchowej i zapłonowej,
- g) pełne sprawdzenie akumulatora,
- h) sprawdzenie układów zasilania w paliwo, smarowania, chłodzenia i rozrządu,
- i) sprawdzenie przyrządów pomiarowych, sterowania i układów regulacji,
- j) kontrolę stanu oświetlenia pomieszczenia agregatu i obsługi,
- k) czynności konserwacyjne i wymianę zużytych części zgodnie z instrukcjami fabrycznymi.

## UKŁADY ZASILANIA ZE ŹRÓDŁA GWARANTOWANEGO

### Zasilacze bezprzerwowe (UPS)

Zasilacz UPS jest urządzeniem energoelektronicznym przeznaczonym do zapewnienia bezprzerwowej pracy urządzeń komputerowych, łączności oraz wrażliwych na przerwy w zasilaniu, wahania napięcia i inne zakłócenia występujące w sieci zasilającej.

Zasadniczym celem stosowania zasilaczy UPS jest zapewnienie ciągłości zasilania. Cel ten jest spełniony przez urządzenie pracujące w trybie VFI. Jednak ze względów ekonomicznych dla mniej wrażliwych urządzeń można również stosować inne typy zasilaczy.

Poza zasilaniem odbiorników ze źródła gwarantowanego zasilacz UPS umożliwia:

- a) zasilanie odbiorników z baterii lub innego magazynu energii elektrycznej,
- b) eliminuje zakłócenia pochodzące z sieci energetycznej,
- a) utrzymuje stałą wartość napięcia i w razie potrzeby izoluje przyłączone do niego urządzenia od sieci elektroenergetycznej.

Obecnie dostępne są następujące typy zasilaczy UPS:

- a) pracujące w trybie VFD (off-line),
- b) pracujące w trybie VI (Line-interactive – sieciowo interaktywne),
- c) pracujące w trybie VFI ( on-line).

Zgodnie z normą PN-EN 62040-3:2011. Systemy bezprzerwowego zasilania (UPS) — Część 3: Metoda określania właściwości i wymagania dotyczące badań, określane są trzyczłonowym kodem klasyfikacyjnym **XXX+ZZ+YYY**

Gdzie:

**pierwszy człon (XXX)** określa topologię zasilacza UPS; VFD; VI; VFI, **drugi człon (YY)** określa kształt napięcia wyjściowego, przy czym pierwsza litera odnosi się do pracy normalnej lub pracy z obwodem obejściowym, natomiast druga litera odnosi się do pracy bateryjnej.

Norma przewiduje następujące oznaczenia literowe:

**S** – napięcie wyjściowe jest sinusoidalne o współczynniku THD  $u\% < 8\%$ , natomiast przy obciążeniu liniowym oraz wzorcowym obciążeniu nieliniowym poziom harmonicznego napięcia nie przekroczy wartości określonych w normie PN-EN 61000-2-2:2003 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 2-2: Środowisko. Poziomy kompatybilności zaburzeń przewodzących małej częstotliwości i sygnałów przesyłanych w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia;

**X** – napięcie wyjściowe przy obciążeniu liniowym posiada parametry określone jak dla S, w warunkach obciążenia liniowego, natomiast przy obciążeniu nieliniowym o wartości większej niż określona przez producenta wartość graniczna, współczynnik THD<sub>u</sub> % > 8%;

**Y** – napięcie wyjściowe jest niesinusoidalne i przekracza wartości graniczne określone w normie PN-EN 61000-2-2:2003 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) — Część 2-2: Środowisko — Poziomy kompatybilności zaburzeń przewodzonych małej częstotliwości i sygnałów przesyłanych w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia. Kształt napięcia wyjściowego UPS określa producent

**trzeci człon (ZZZ)** określa właściwości dynamiczne na wyjściu zasilacza UPS, przy czym pierwsza cyfra określa właściwości przy zmianie rodzaju pracy, druga cyfra – właściwości przy skokowej zmianie obciążenia liniowego podczas pracy normalnej oraz przy pracy bateryjnej, natomiast trzecia cyfra – właściwości przy skokowej zmianie obciążenia nieliniowego podczas pracy normalnej oraz przy pracy bateryjnej.

Kod ten przewiduje użycie czterech cyfr: 1,2,3 lub 4. Cyfry 1,2,3 gwarantują nieprzekroczenie wymagań określonych dla klasy odpowiednio 1,2 lub 3. Natomiast cyfra 4 oznacza, że dynamikę zasilacza UPS określa producent.

Eksploracja statycznych urządzeń zasilania dodatkowego lub bezprzerwowego jest znacznie prostsza niż urządzeń elektromaszynowych wyposażonych w napęd nieelektryczny, ale musi być prowadzona ściśle wg instrukcji producenta



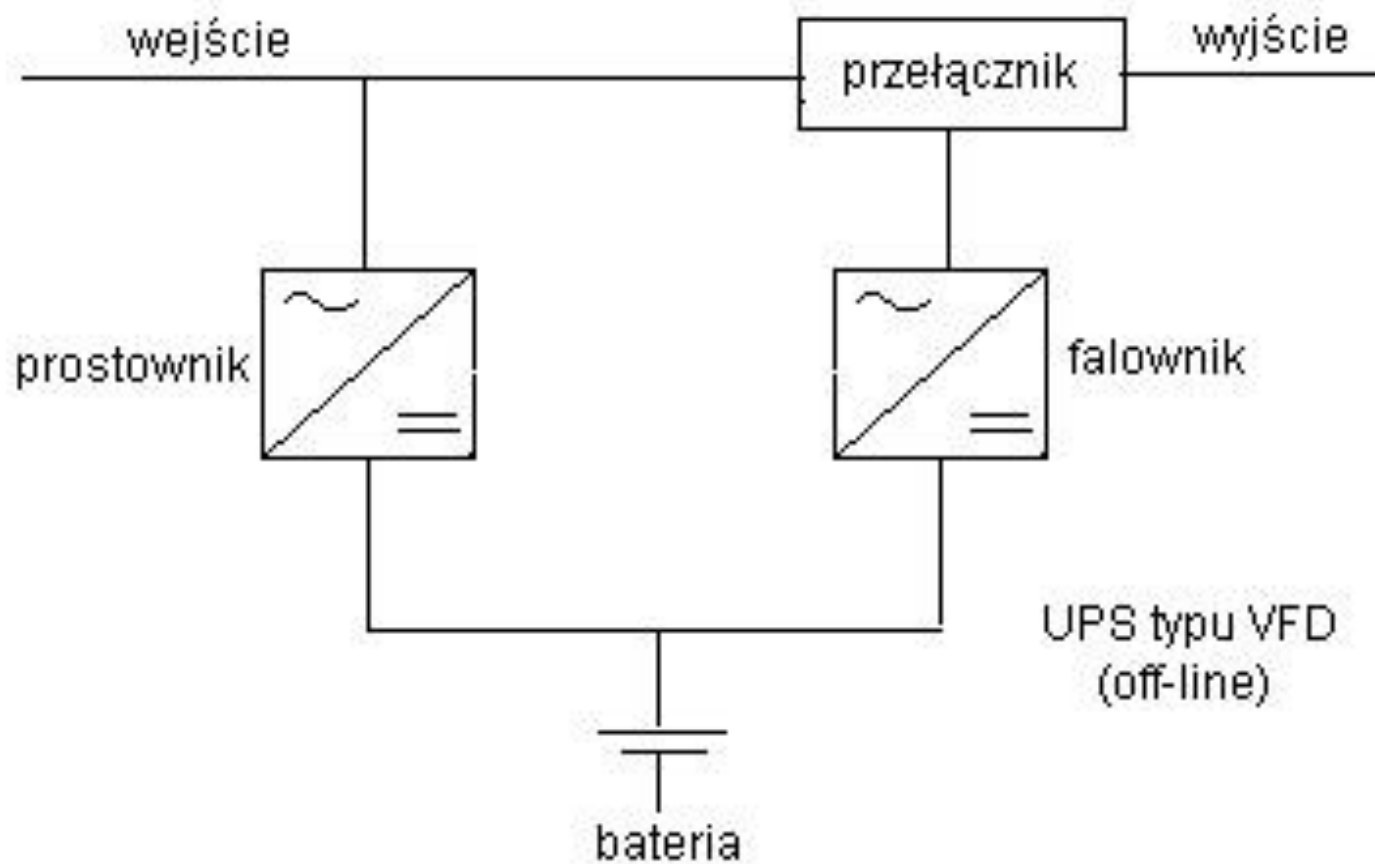
## UPS PRACUJĄCY W TRYBIE VFD (OFF-LINE)

W urządzeniu pracującym w trybie VFD (ang. *VoltageFrequency Dependent*) zespół kontrolujący nadzoruje napięcie sieci. Jeżeli mieści się ono w dopuszczalnych tolerancjach, układ automatyki powoduje włączenie go na wyjście. Równocześnie prostownik ładuje baterię.

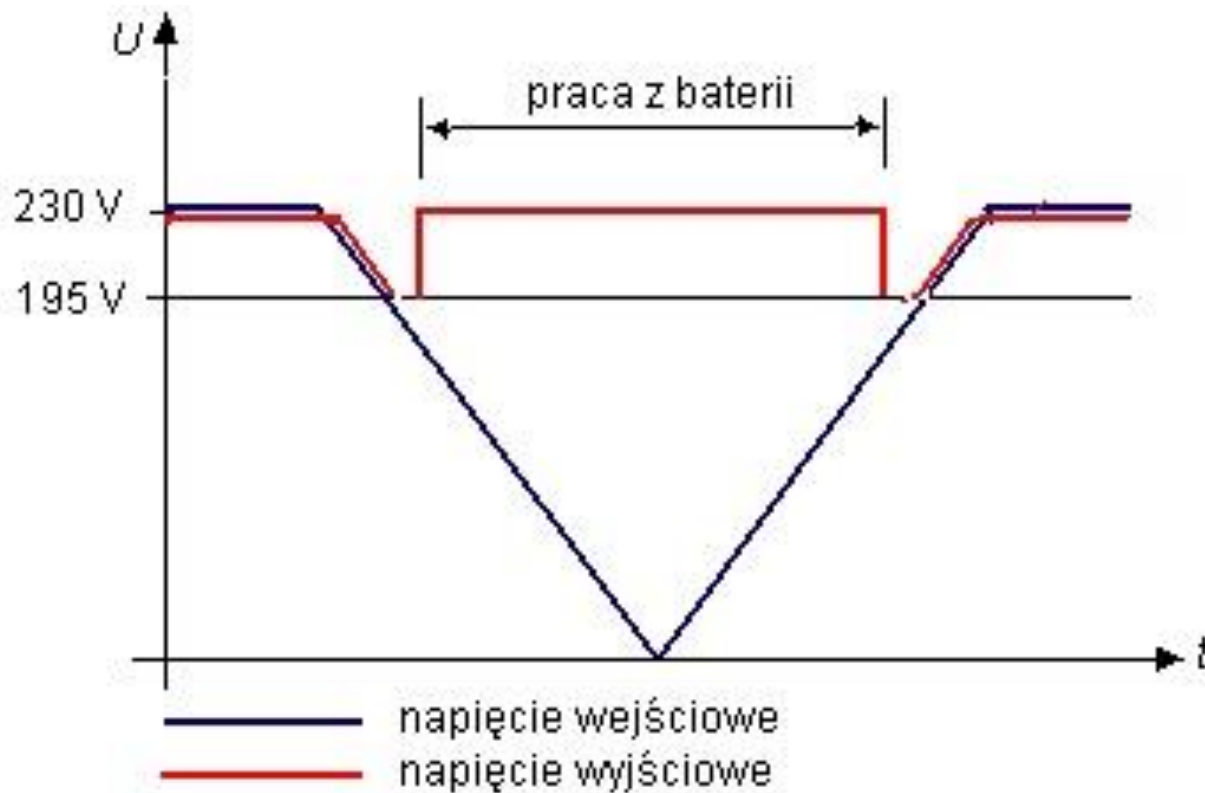
W przypadku zakłócenia w sieci, zespół kontrolujący przełącza na zasilanie baterijne. Uruchomiony zostaje falownik, z którego napięcie zasilające jest podawane na wyjście urządzenia. Czas przełączenia, w którym odbiornik zostaje pozbawiony dostaw energii, wynosi 2 – 10 ms.

UPS pracujący w trybie off-line nie posiada żadnej regulacji, wskutek czego napięcie wejściowe jest podawane bezpośrednio na wyjście wraz ze wszelkimi zakłóceniami. Dodatkową wadą tych urządzeń jest brak bypassu wewnętrznego oraz synchronizacji zasilania przy przywróceniu napięcia w sieci.

Wartość oraz częstotliwość napięcia wyjściowego zależą od wartości i częstotliwości napięcia zasilających UPS.



UPS typu VFD (off-line) – budowa



UPS typu VFD (off-line) – zasada działania

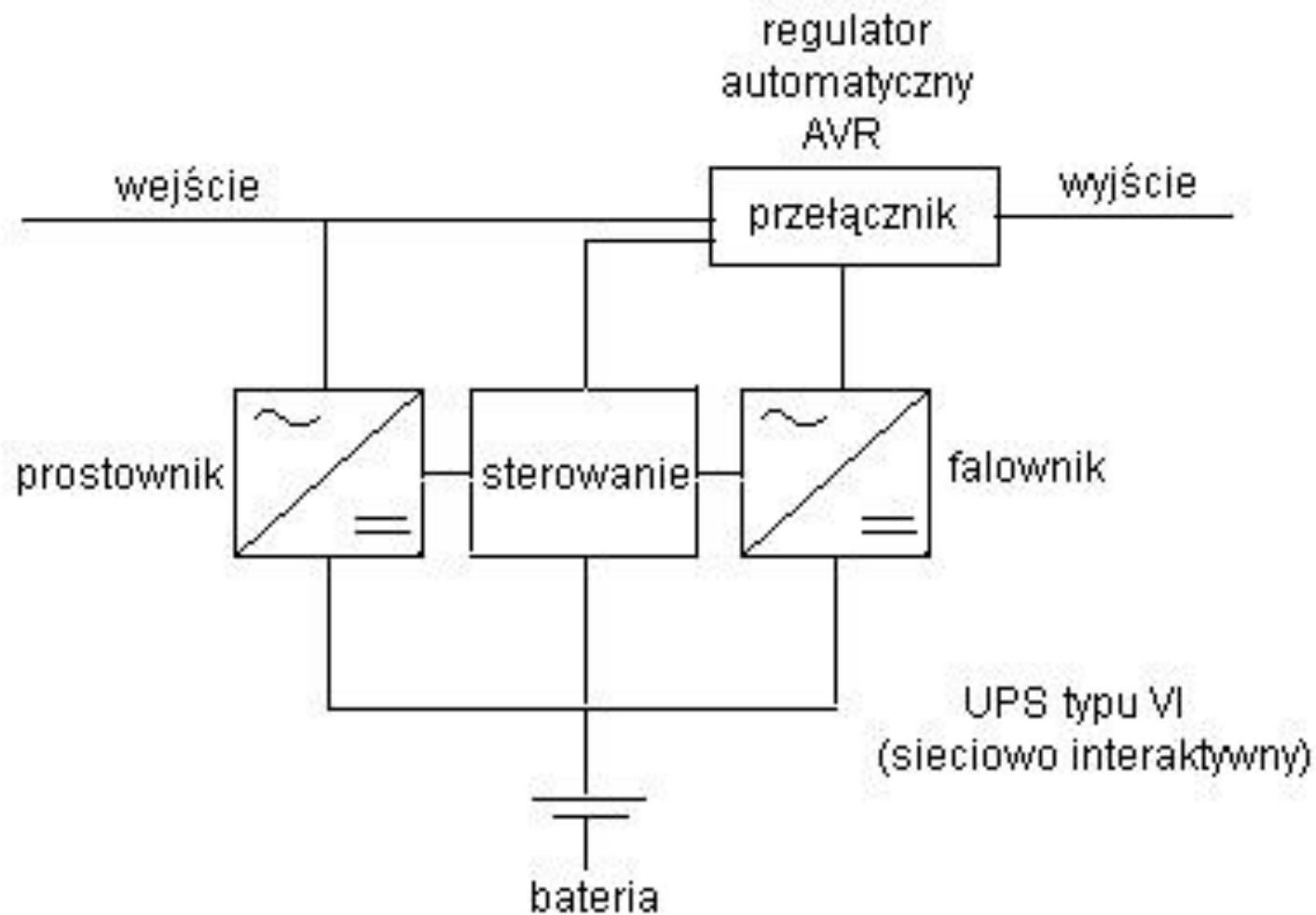
## UPS PRACUJĄCY W TRYBIE VI

Urządzenia UPS typu VI (sieciowo interaktywne) działają podobnie jak urządzenia pracujące w trybie VFD (off-line), ale posiadają dodatkowo regulator skokowy poziomu napięcia wyjściowego AVR (ang. Automatic Voltage Regulation).

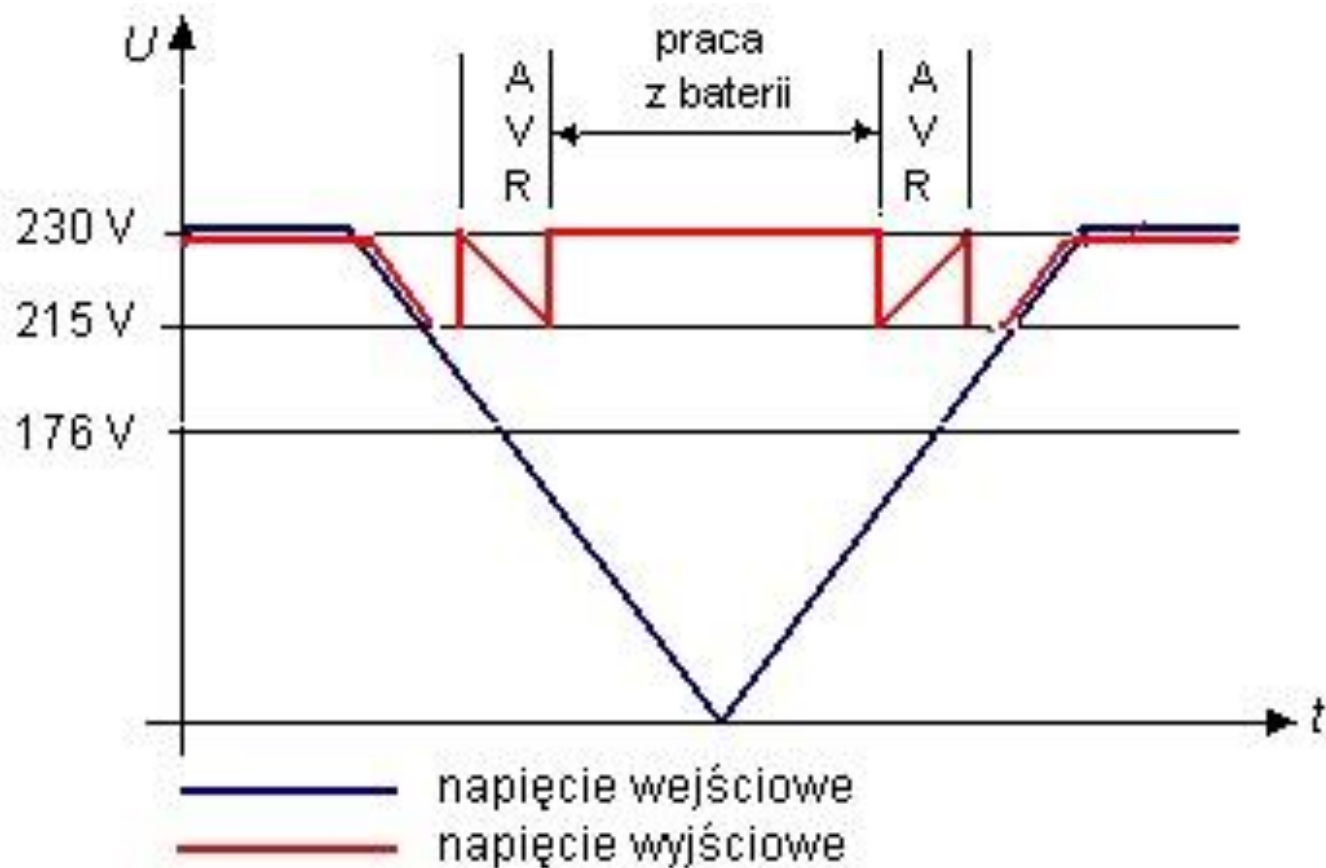
Czas przełączenia z sieci na baterię wynosi około 2 – 4 ms, natomiast przełączenie z pracy bateryjnej na sieciową odbywa się bezprzerwowo. Wartość napięcia wyjściowego jest niezależna od wartości napięcia zasilającego UPS. Częstotliwość napięcia wyjściowego zależy od częstotliwości napięcia zasilającego.

**TABELA 2.** Porównanie UPS-ów różnych klas

	VFD	VI	VFI
Koszt	niski	średni / wysoki	średni / wysoki
Regulacja napięcia	brak	ograniczona	tak
Regulacja częstotliwości	brak	brak	tak
Czas przełączenia	krótki	zero / ~ zero	zero



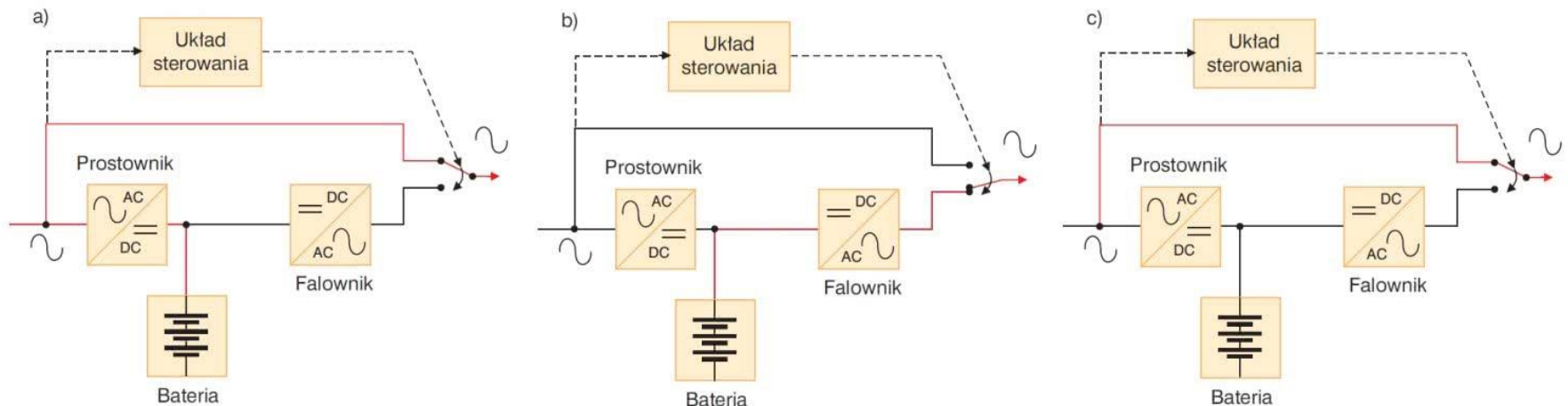
UPS typu VI (sieciowo interaktywny) – budowa



UPS typu VI (sieciowo interaktywny) – zasada działania

## UPS PRACUJĄCY W TRYBIE VFI (ON-LINE)

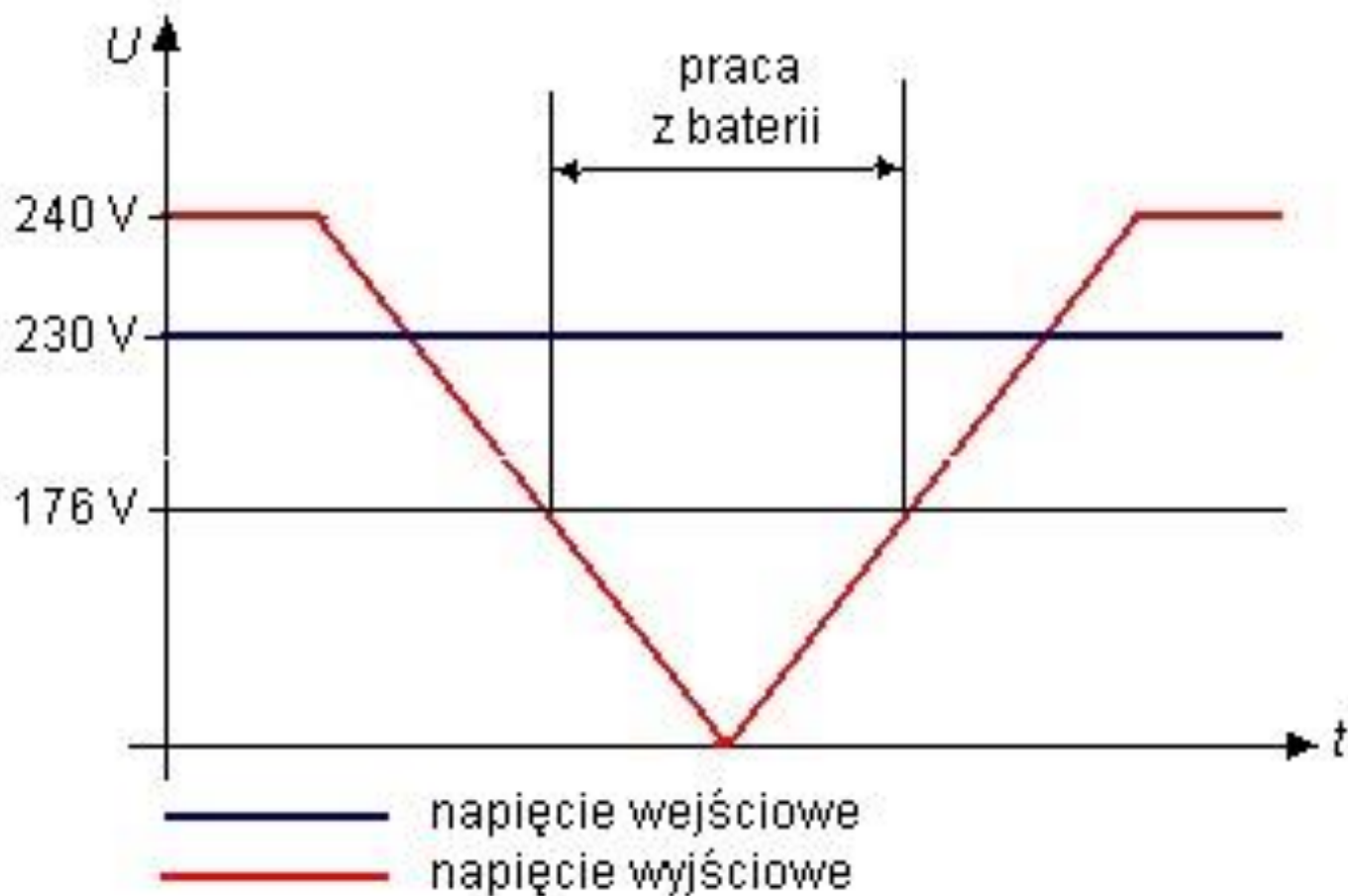
Urządzenia te pracują bezprzerwowo, czyli czas transferu pomiędzy stanami pracy zasilaczy (normalny, z baterii, obejściowy) wynosi zero (bez przerwy w zasilaniu odbiorników). Rozbudowana automatyka zapewnia wystarczające wytłumienie zakłóceń sieciowych oraz bezprzerwową pracę wrażliwych odbiorników. Przekształtnik wejściowy przetwarza napięcie sieciowe na napięcie stałe, dzięki czemu następuje ładowanie baterii. Przetwornica prądu stałego optymalizuje napięcie baterii zasilającej przekształtnik wyjściowy, przetwarzający napięcie stałe na przemiennie.



Zasilacz UPS klasy VFI - a) obciążenie zasilane z sieci, b) awaria sieci, c) awaria UPS-u



UPS typu VFI (on-line) – budowa



UPS typu VFI (on-line) – zasada działania

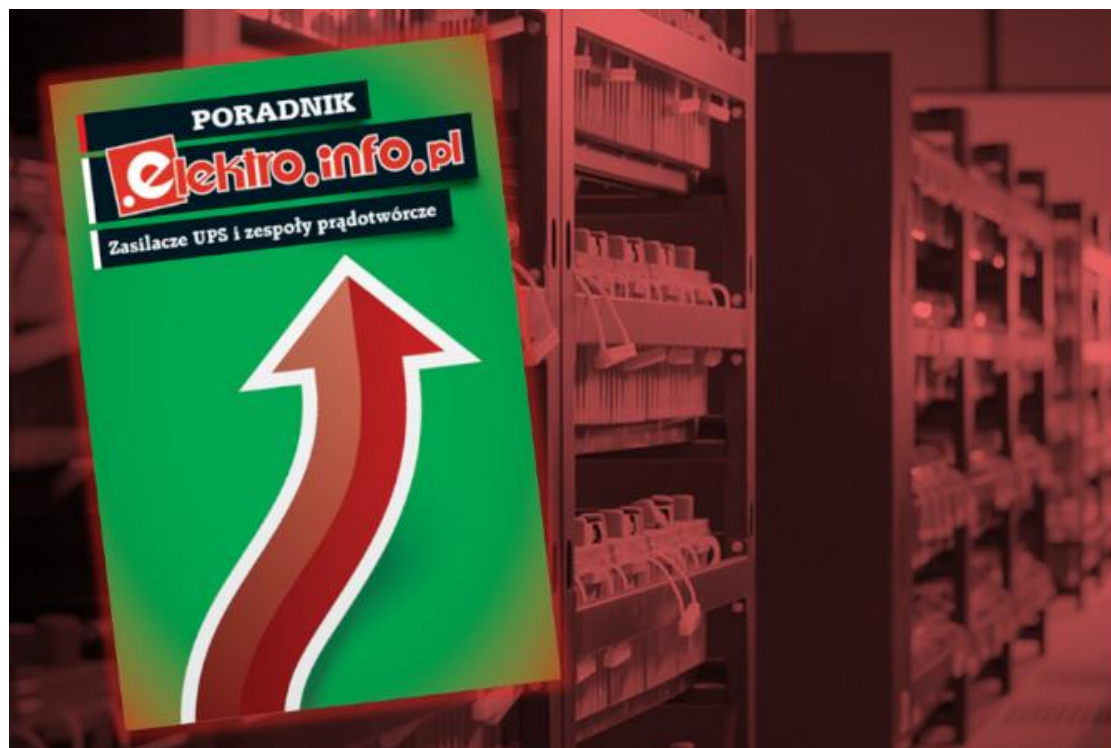
Tak skonstruowany układ zapewnia uzyskanie na wyjściu zasilacza napięcia sinusoidalnego, pozbawionego jakichkolwiek zakłóceń, o stabilnej częstotliwości. Układ wejściowy jest galwanicznie oddzielony od układu wyjściowego, jeżeli zasilacz posiada konstrukcję transformatorową. Statyczny bypass łączy automatycznie odbiornik z siecią zasilającą w przypadku przeciążenia lub uszkodzenia przetwornicy.

Automatyczne przełączenie powrotne następuje tylko wtedy, gdy obciążenie zostanie odpowiednio zmniejszone lub uderzenie prądowe przy włączeniu zaniknie.

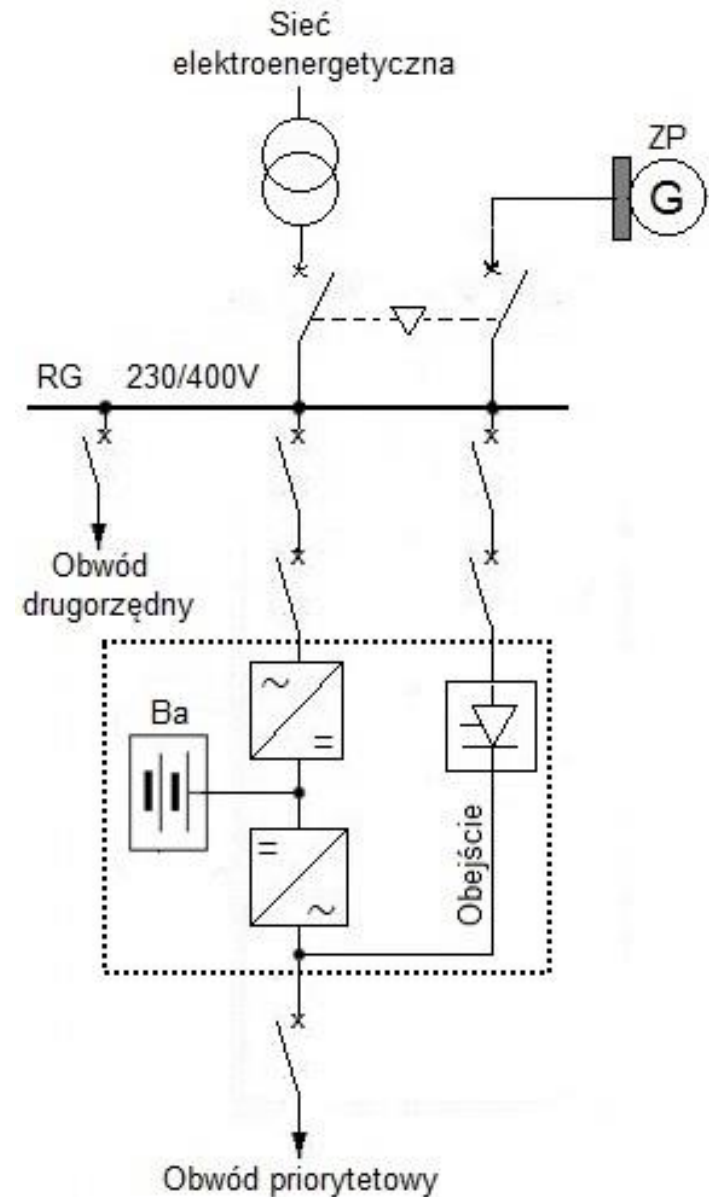
Poprzez bocznik serwisowy, umożliwiający synchroniczne przełączenie zasilania, przyłączone odbiorniki mogą być bez przerw zasilane, podczas gdy zasilacz UPS jest wyłączony spod napięcia dla celów konserwacji. Wartość napięcia wyjściowego oraz jego częstotliwość nie zależą od napięcia zasilającego UPS.

## KONFIGURACJA ZASILACZA UPS Z ZESPOŁEM PRĄDOTWÓRCZYM

Konfiguracja zasilacza UPS z zespołem prądotwórczym jest rozwiązaniem, które zapewnia wysoką niezawodność i pewność zasilania odbiorników priorytetowych. Przy przejściu zasilacza UPS na pracę z baterii akumulatorów następuje uruchomienie i przyłączenie układu na zasilanie z zespołu prądotwórczego ZP za pomocą wejściowego układu obejściowego.

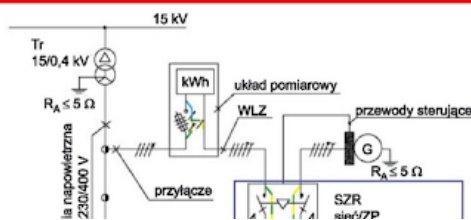


## Przykład podłączenia zasilacza UPS w konfiguracji z zespołem prądotwórczym ZP i układem obejściowym



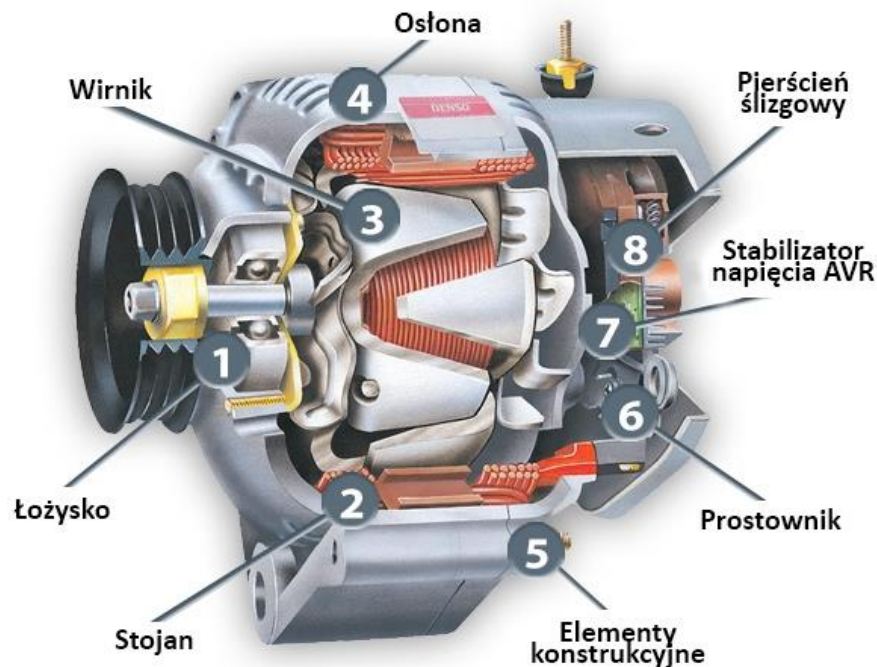
### SZKOLENIE DLA ELEKTRYKÓW

**ZASTOSOWANIE ZESPOŁÓW PRĄDOTWÓRCZYCH  
 DO AWARYJNEGO ZASILANIA BUDYNKÓW  
 ORAZ SIECI ELEKTROENERGETYCZNYCH  
 NISKIEGO NAPIĘCIA**



W układach zasilania obiektów wymagających dużej pewności zasilania należy w szczególności uwzględnić:

- a) stosowanie topologii on-line, gdyż tylko taka gwarantuje poprawność współpracy zasilacza UPS z zespołem prądotwórczym,
- b) stosowanie zespołów prądotwórczych, wyposażonych w elektroniczne regulatory prędkości obrotowej, z nowoczesnymi prądnicami przystosowanymi do nieliniowych obciążeń
- c) stosowanie urządzeń sprawdzonych i zapewniających stabilność zasilania w każdych warunkach.

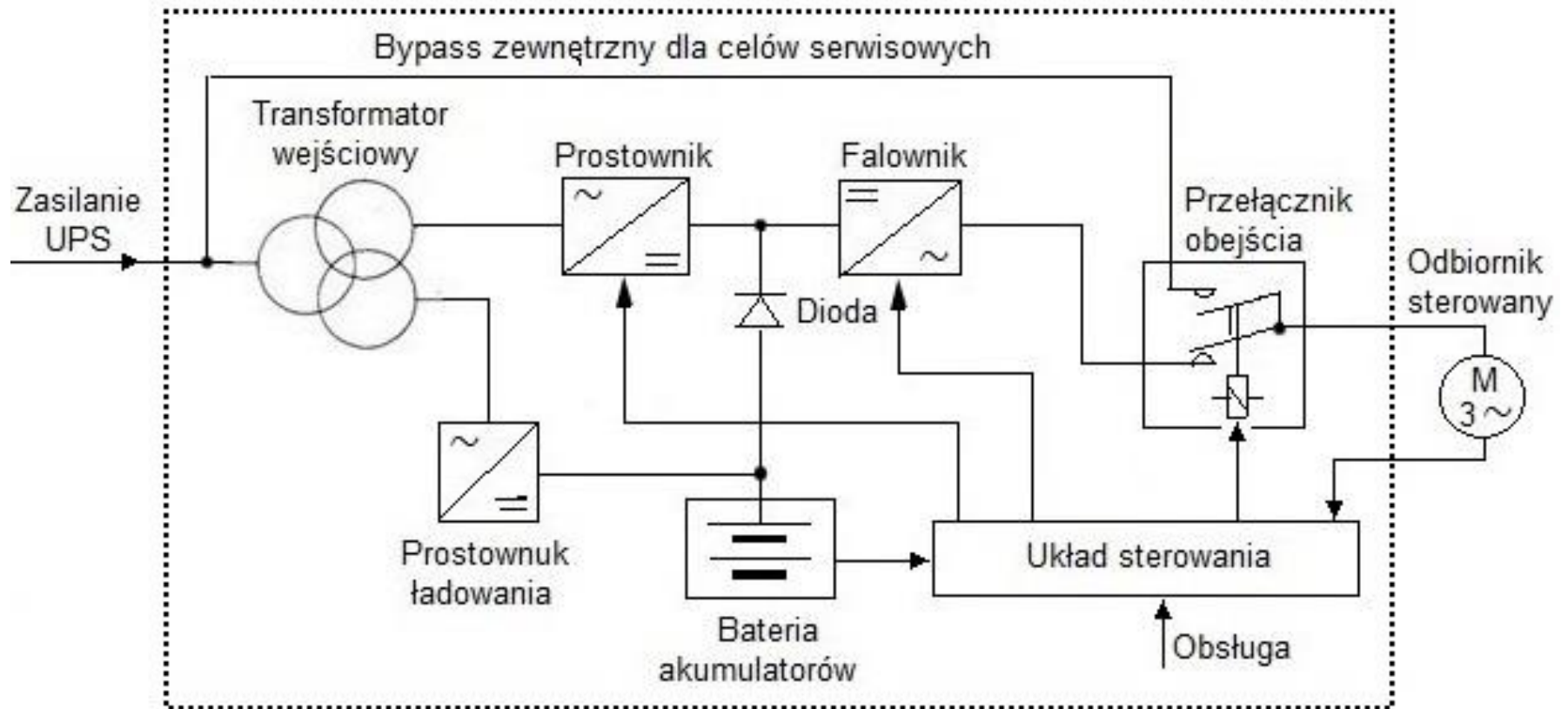


## ZASILACZE UPS DO NAPĘDÓW STEROWANYCH

Oprócz przedstawionych podstawowych zasilaczy UPS produkowane są zasilacze z regulowaną częstotliwością napięcia wyjściowego. Zasilacz tego typu pozbawiony jest bypassu wewnętrznego oraz posiada inną budowę falownika w stosunku do typowego zasilacza FVI. Zasilacz ten musi posiadać możliwość regulacji częstotliwości napięcia wyjściowego w stosunku do potrzeb zasilanego napędu.

Bypass zewnętrzny służy jedynie celom serwisowym i stosowany jest wówczas, gdy odbiornik dopuszcza pracę przy napięciu i częstotliwości sieci elektroenergetycznej





Schemat blokowy zasilacza UPS do napędów sterowanych

## UKŁADY UPS PRACUJĄCE W SYSTEMIE WZAJEMNEGO REZERWOWANIA

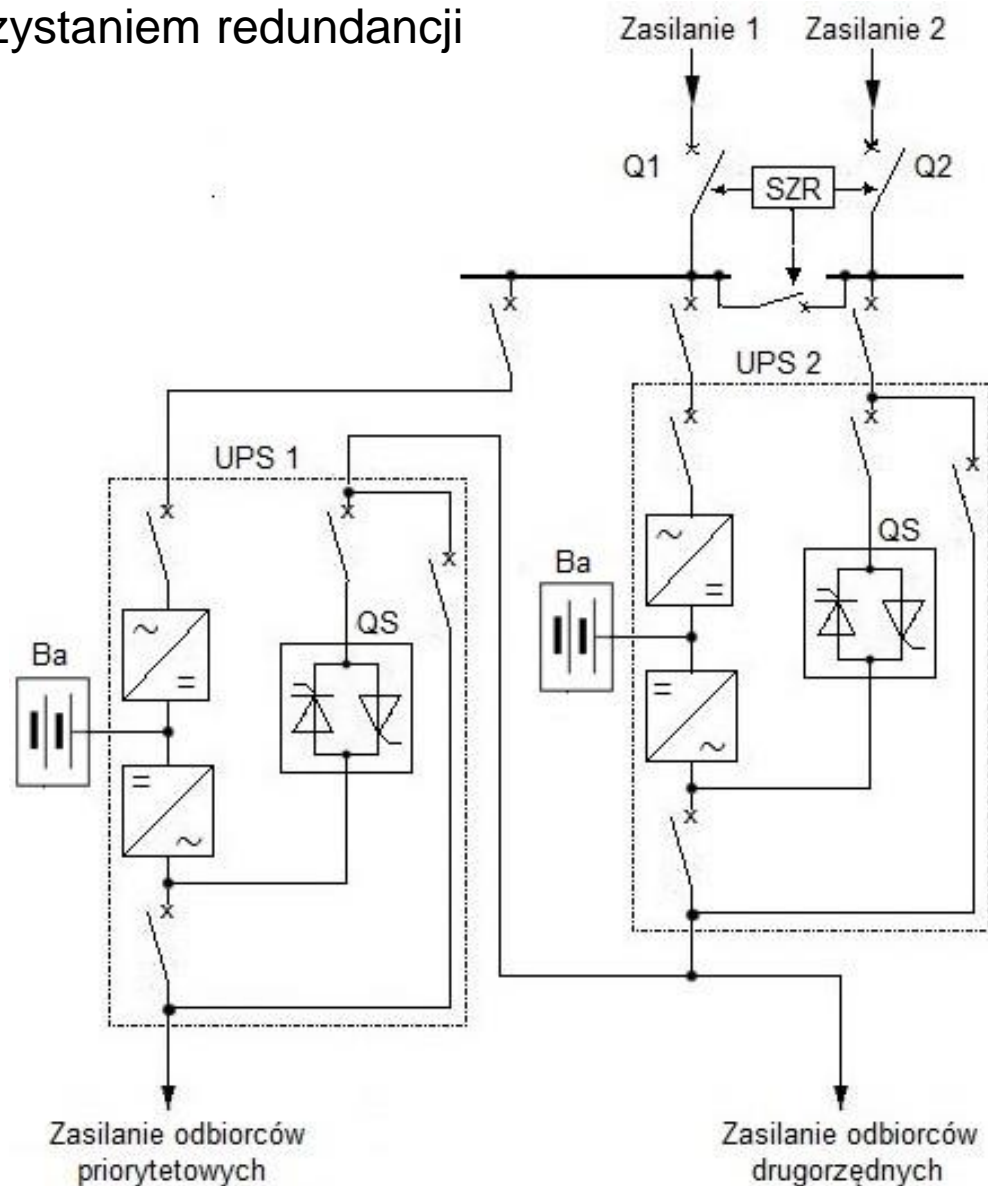
Stosuje się również układy UPS pracujące w systemie wzajemnego rezerwowania. Układ taki pozwala na spełnienie warunku niezawodności – według reguły N+1.

Dwa współpracujące zasilacze UPS połączone układem współpracy, obciążone są połową mocy znamionowej, w przypadku awarii jednego z nich pełne obciążenie przejmuje zasilacz nieuszkodzony.

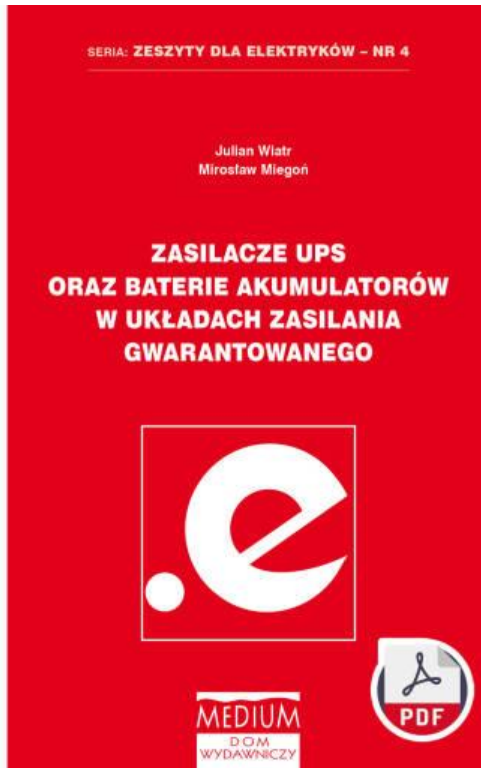
W takim układzie zasilania odbiorniki, wymagające najwyższej niezawodności zasilania, przyłączone są do zasilacza UPS 1, którego układ obejściowy został przyłączony do zasilacza UPS 2.

W układach tych został zastosowany wyłącznik tyrystorowy QS, który w normalnych warunkach jest otwarty. W przypadku jednoczesnego przejścia zasilacza UPS 1 oraz UPS 2 na układ obejściowy łącznik QS jest blokowany i powoduje odcięcie zasilania odbiorników drugorzędnych. Moc zasilacza UPS 2 musi być większa od mocy zasilacza UPS 1. Gdyby moce obydwu zasilaczy byłyby równe, wykorzystanie zasilacza UPS 2 byłoby niewielkie. Układ w takiej konfiguracji pozwala uniknąć przerw w zasilaniu, w przypadku przejścia zasilacza UPS 1 na obejście przy przeciążeniu w chwili braku napięcia w sieci zasilającej.

## Przykład układu zasilania z wykorzystaniem redundancji szeregowej UPS



Znacznie korzystniejszym rozwiązaniem jest zastosowanie układu zasilania składającego się z większej liczby zasilaczy UPS (np. trzech, czterech), z wykorzystaniem redundancji szeregowej, w którym istnieje możliwość zasilania odbiorników wymagających najwyższej niezawodności zasilania z dwóch osobnych zasilaczy UPS.

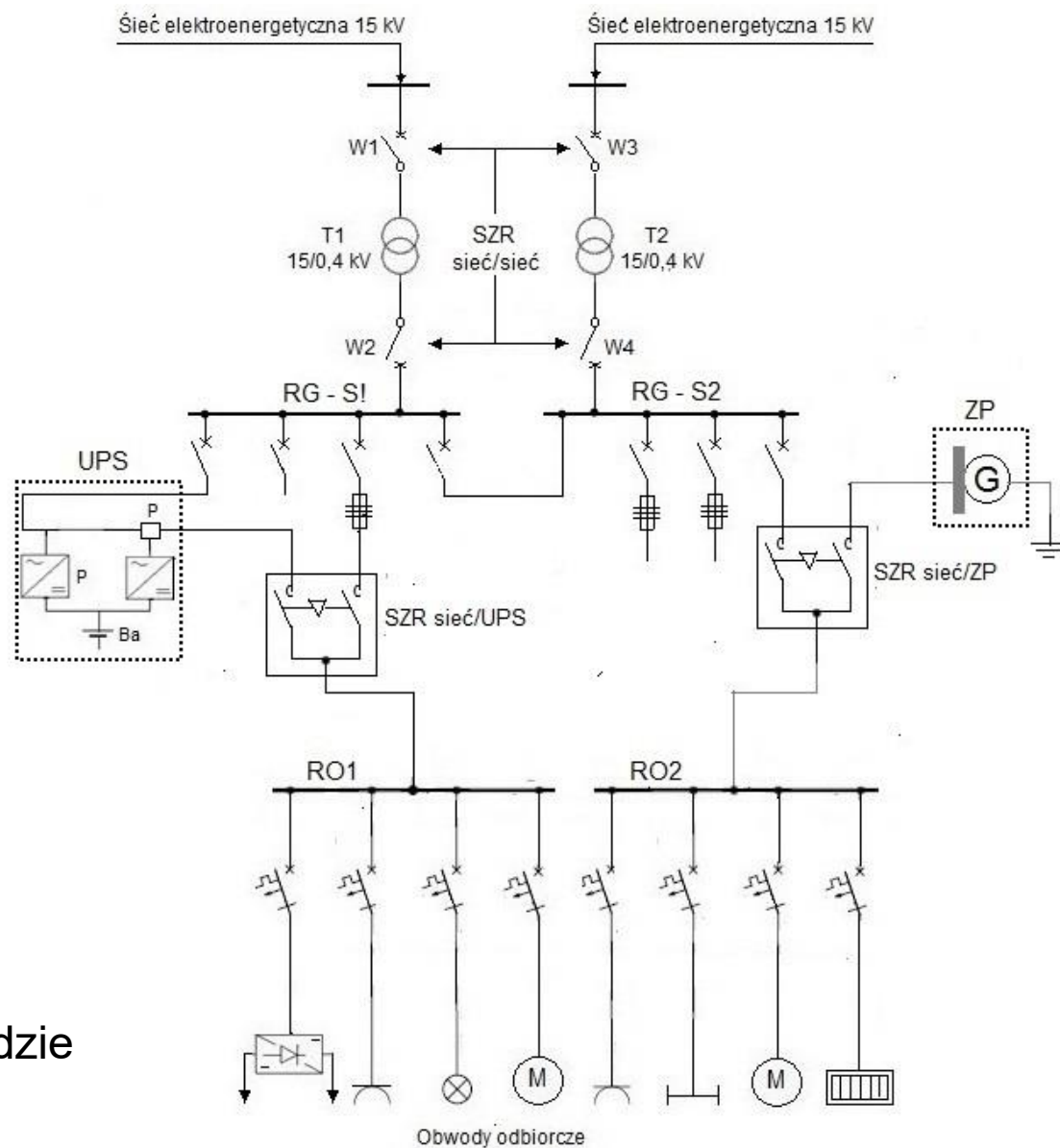


## ZASILANIE DODATKOWE W DUŻYCH ZAKŁADACH PRZEMYSŁOWYCH

W dużych zakładach przemysłowych, dla uzyskania większej niezawodności podstawowego zasilania, wprowadza się dodatkowe źródła zasilania rezerwowego, awaryjnego i gwarantowanego, przystosowane do pracy w różnych wymaganych konfiguracjach, np.: w układzie: sieć/sieć (z rezerwą jawną lub rezerwą ukrytą) – w układzie sieć/zespół prądotwórczy (ZP) oraz w układzie sieć/UPS dla odbiorów wymagających największej pewności zasilania.

Tak skonfigurowany system zasilania zakładu przemysłowego lub jego części zapewnia bardzo duże bezpieczeństwo i pewność, że w razie awarii systemu zasilania podstawowego urządzenia o ważnym znaczeniu będą zasilane bez przerw.





Uproszczony układ zasilania dodatkowego w dużym zakładzie przemysłowym

# ZADANIA Z INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH



W nowopowstających budynkach należy, według obowiązującego prawa budowlanego, instalować gniazda z kołkami ochronnymi

- A. w holach.
- B. w łazienkach.
- C. w sypialniach.
- D. we wszystkich pomieszczeniach.

Brodzik zostanie osłonięty kabiną prysznicową. W której strefie można zainstalować gniazda z kołkiem ochronnym w łazience, aby było to zgodne z przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przepisami przeciwporażeniowymi?

- A. W 1 i 2.
- B. W 1 i 3.
- C. Tylko w 2.
- D. Tylko w 3.



Przewód oznaczony symbolem DYd 750 wykonany jest z

- A. linki izolowanej gumą.
- B. drutu izolowanego gumą.
- C. linki izolowanej polwinitem.
- D. drutu izolowanego polwinitem.

Do wykonania instalacji zasilającej urządzenia, które wymagają do funkcjonowania napięcia AC 230V, w rurkach podtynkowych, w pomieszczeniu gdzie temperatura osiąga 100 °C, należy użyć przewodów oznaczonych symbolem

- A. DY 100
- B. DY 700
- C. DYc 150
- D. DYc 750

Zdjęcie przedstawia przewód

- A. YLY 3x1,5 500 V
- B. YDY 3x1,5 750 V
- C. YDYN 3x1,5 500 V
- D. YDYP 3x1,5 750 V



Przewód OMY 2x0,5 300/300 V przedstawia zdjęcie



A.



B.



C.



D.

Zdjęcie przedstawia

- A. łącznik żaluzjowy.
- B. wyłącznik krzyżowy.
- C. wyłącznik schodowy.
- D. łącznik wielofunkcyjny.



W oprawie oświetleniowej pokazanej na zdjęciu została zamontowana żarówka

- A. żarowa.
- B. sodowa.
- C. rtęciowa.
- D. halogenowa.



Jaką maksymalną liczbę gniazd wtyczkowych można podłączyć do jednego obwodu w instalacjach odbiorczych?

- A. 2 szt.
- B. 6 szt.
- C. 10 szt.
- D. 12 szt.

Jaki minimalny przekrój powinien mieć miedziany przewód ochronny przy miedzianych przewodach fazowych o przekrojach  $25 \text{ mm}^2$  i  $35 \text{ mm}^2$ ?

- A.  $10 \text{ mm}^2$
- B.  $12 \text{ mm}^2$
- C.  $16 \text{ mm}^2$
- D.  $20 \text{ mm}^2$

Czas działania oświetlenia ewakuacyjnego powinien wynosić co najmniej

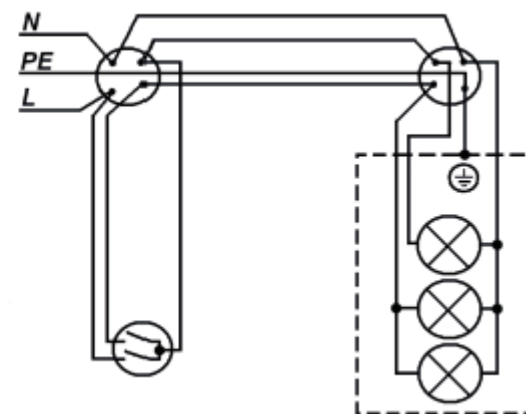
- A. 1 godzinę.
- B. 2 godziny.
- C. 3 godziny.
- D. 4 godziny.

Kontrole instalacji elektrycznych narażonych na szkodliwe wpływy atmosferyczne lub niszczące działania czynników występujących podczas użytkowania budynku, powinny być przeprowadzane co najmniej raz na

- A. rok.
- B. 2 lata.
- C. 4 lata.
- D. kwartał.

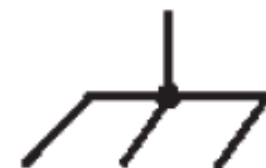
W instalacji elektrycznej, której schemat przedstawiono na rysunku błędnie podłączono

- A. łącznik.
- B. żyrandol.
- C. przewód ochronny.
- D. przewody zasilające.



Symbol graficzny przedstawiony na rysunku oznacza w instalacjach elektrycznych

- A. przewód ochronny uziemiony.
- B. przewód ochronny nieziemiony.
- C. połączenie elektryczne z korpusem, obudową (masą).
- D. skrzyżowanie przewodów bez połączenia elektrycznego.



Na fotografii przedstawiono kabel



- A. kontrolny z żyłami wielodrutowymi na napięcie 300/500 V w izolacji z tworzywa bezhalogenowego, ekranowany.
- B. sygnalizacyjny z żyłami wielodrutowymi o wiązkach parowych na napięcie 300/500 V w izolacji gumowej.
- C. sygnalizacyjny z żyłami jednodrutowymi na napięcie 0,6/1 kV w izolacji gumowej.
- D. elektroenergetyczny z żyłami miedzianymi o izolacji polwinitowej, na napięcie 0,6/1 kV.

Końcowym elementem sieci zasilającej i jednocześnie początkiem instalacji elektrycznej obiektu budowlanego jest

- A. złącze.
- B. przyłącze.
- C. rozdzielnica główna.
- D. wewnętrzna linia zasilająca.

Ogranicznik przepięć klasy D przeznaczony do montażu w instalacji elektrycznej o napięciu do 1000 V montuje się w

- A. liniach elektroenergetycznych niskiego napięcia.
- B. gniazdach wtyczkowych, puszkach w instalacji oraz bezpośrednio w urządzeniach.
- C. rozgałęzieniach instalacji elektrycznej w obiekcie budowlanym i rozdzielnicach mieszkaniowych.
- D. złączach i miejscach wprowadzenia instalacji do obiektu budowlanego posiadającego instalację piorunochronną, zasilanego z linii napowietrznej.

Na zdjęciu przedstawiono puszkę elektroinstalacyjną

- A. PK-2x60/43 MS
- B. PK-3x60/43 MS
- C. PU.PP-F3X60GŁ-N
- D. PU.PP-F2X60PŁ-N



Wyłącznik różnicowoprądowy reagujący na prądy różnicowe przemienne, jednopółkowe ze składową stałą do 6 mA i na prądy wyprostowane, oznaczony jest symbolem graficznym



A.



B.



C.



D.

Wskaźnik wkładki topikowej o wartości prądu znamionowego 6 A ma kolor

- A. żółty.
- B. szary.
- C. zielony.
- D. niebieski.

Rysunek przedstawia symbol graficzny przewodu

- A. FE
- B. FB
- C. PE
- D. PEN



Łącznik przedstawiony na zdjęciu oznaczamy symbolem graficznym



A.



B.



C.



D.



Na rysunkach przedstawiono kolejno typy końcówek źródeł światła



1



2



3



4

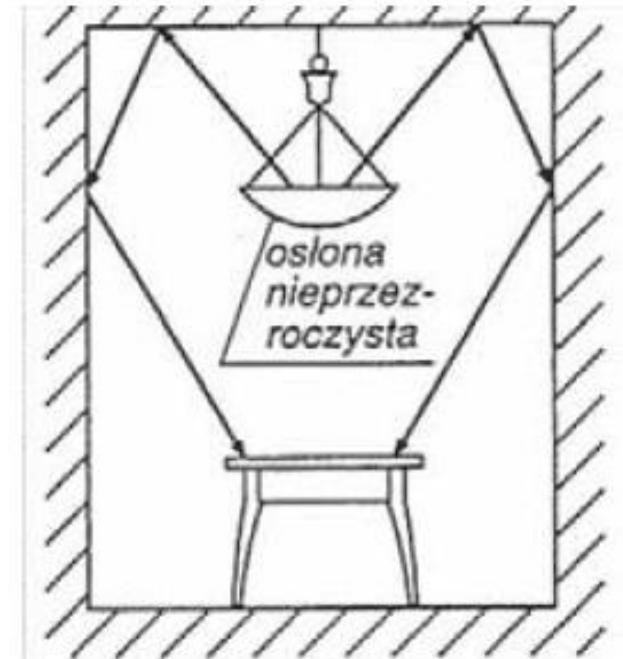
- A. E 14, GU 10, AR 111, MR 16
- B. E 14, AR 111, MR 16, GU 10
- C. E 14, MR 16, GU 10, AR 111
- D. E 14, AR 111, GU 10, MR 16

Według normy PN-IEC 664-1 dotyczącej podziału instalacji na kategorie, wymagana wytrzymałość uderowa urządzeń 230/400 V dla I kategorii, powinna wynosić

- A. 1,5 kV
- B. 2,5 kV
- C. 4,0 kV
- D. 6,0 kV

Rysunek przedstawia oprawę oświetlenia

- A. przeważnie bezpośredniego – klasy II
- B. przeważnie pośredniego – klasy IV
- C. bezpośredniego – klasy I
- D. pośredniego – klasy V



Obszar zadziałania wyzwalaczy elektromagnetycznych wyłączników instalacyjnych nadprądowych o charakterystyce B mieści się w granicach

- A. 3÷5 krotności prądu znamionowego.
- B. 5÷10 krotności prądu znamionowego.
- C. 10÷20 krotności prądu znamionowego.
- D. 20÷30 krotności prądu znamionowego.

W mieszkaniu zasilanym napięciem 400 V (3/N/PE 50Hz), zainstalowano następujące odbiorniki:

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1. przepływowy podgrzewacz wody – 12 kW | – obwód 3 fazowy |
| 2. zmywarka do naczyń – 3,5 kW          | – obwód 1 fazowy |
| 3. kuchenka elektryczna – 9,5 kW        | – obwód 3 fazowy |
| 4. pralka automatyczna – 4,5 kW         | – obwód 1 fazowy |

Każdy odbiornik stanowi osobny obwód w rozdzielni. Jako zabezpieczenie należy zastosować wyłączniki instalacyjne o następujących wartościach prądu znamionowego, kolejno dla każdego odbiornika (w kolejności 1,2,3,4)

- A. 20 A, 16 A, 20 A, 16 A
- B. 16 A, 20 A, 20 A, 16 A
- C. 20 A, 16 A, 16 A, 20 A
- D. 16 A, 20 A, 20 A, 16 A

Maksymalna moc kuchni elektrycznej zainstalowanej w mieszkaniu zasilanym napięciem 400/230V, jeżeli obwód zasilający zabezpieczony jest wyłącznikiem nadprądowym typu S-303 CLS6-C10/3 wynosi

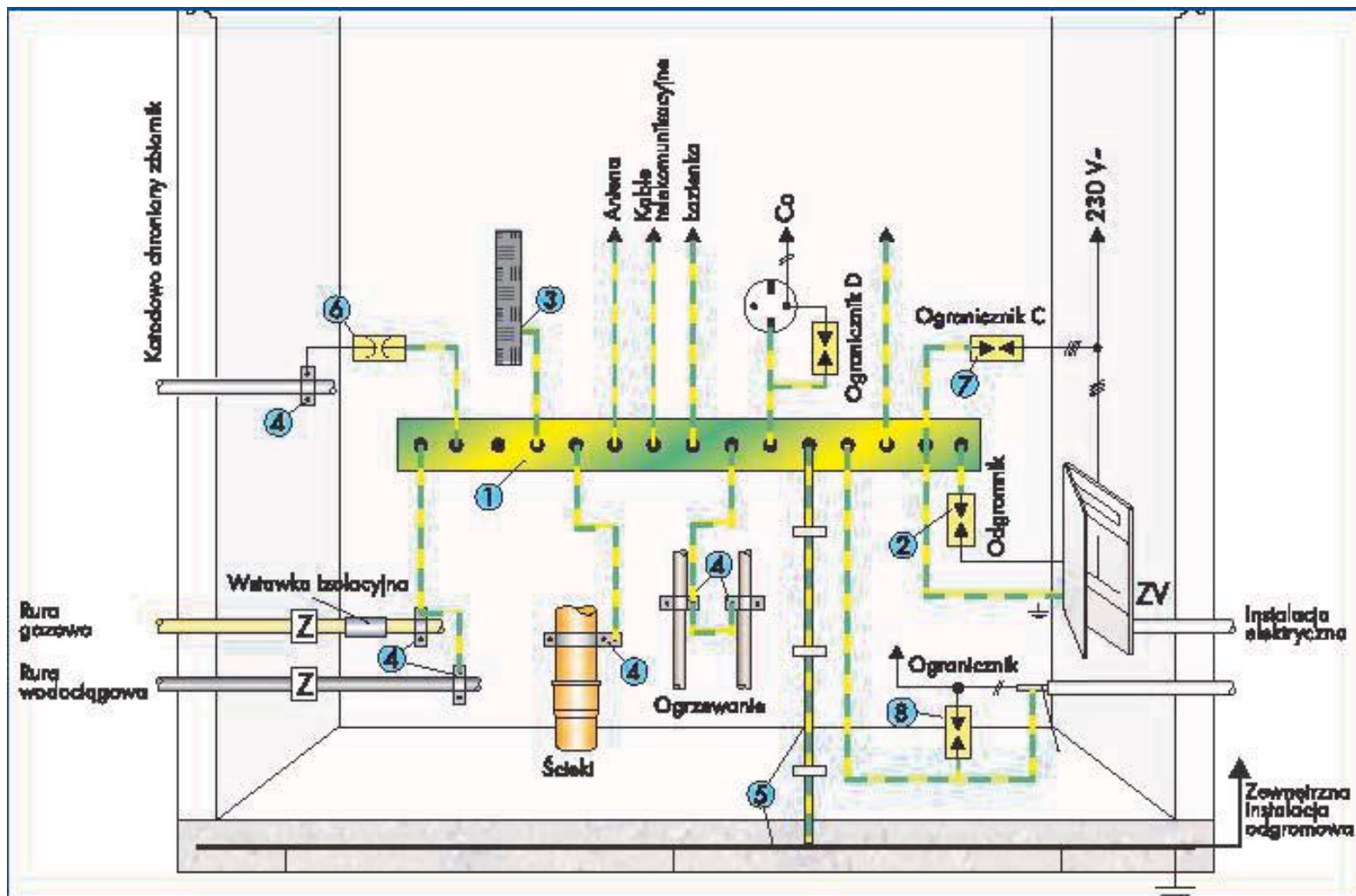
- A. 2,9 kW
- B. 3,9 kW
- C. 6,9 kW
- D. 9,6 kW

Maksymalny dopuszczalny czas wyłączenia w układach sieci typu TN (wg.PN-IEC 60364-4-41:2000) przy napięciu zasilania 230 V wynosi





- A. 0,8 s
- B. 0,4 s
- C. 0,2 s
- D. 0,1 s

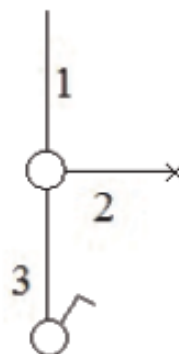
W celu wyrównania potencjałów na elementach metalowych, występujących w budynku, które w normalnych warunkach nie są częścią obwodu elektrycznego, należy zainstalować element oznaczony cyfrą

- A. 7
- B. 5
- C. 3
- D. 1



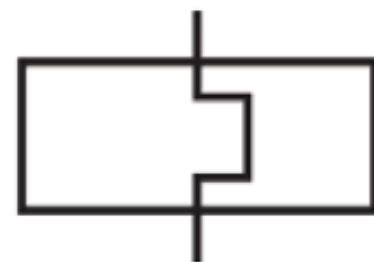
W miejsce cyfr dobierz symbole graficzne rodzaju przewodów, zachowując kolejność.

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

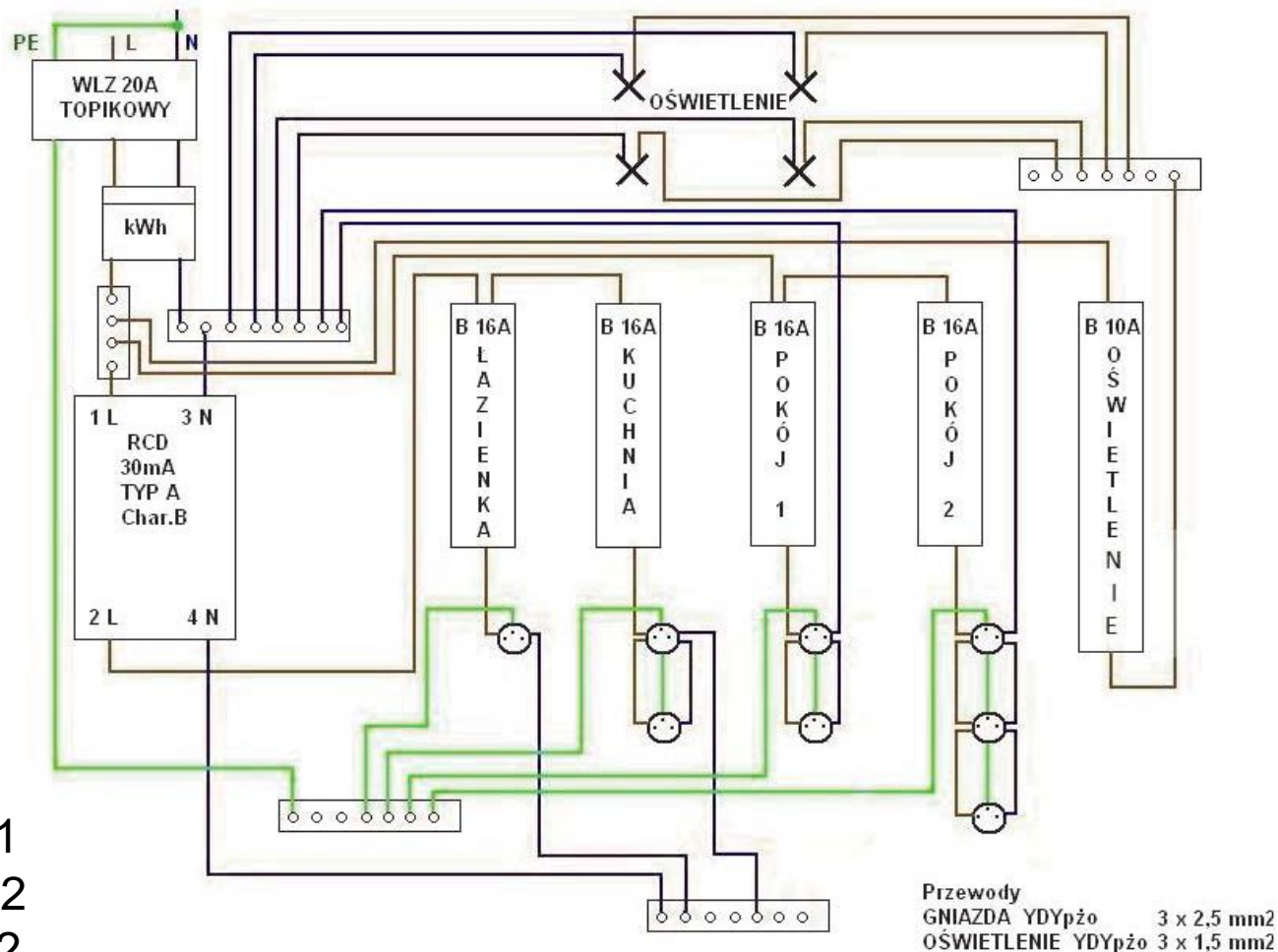


Na schematach instalacji elektrycznych symbol z rysunku oznacza

- A. wyzwalenie cieplne.
- B. wyzwalenie elektroniczne.
- C. cewkę przekaźnika z opóźnionym działaniem.
- D. cewkę przekaźnika z opóźnionym odpadaniem.



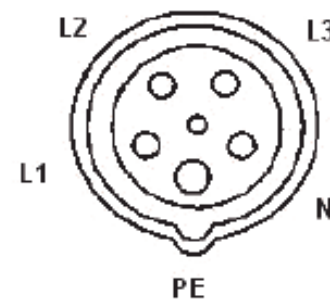
W układzie instalacji mieszkaniowej przedstawionej na rysunku, ochrona wyłącznikiem różnicowoprądowym RCD **nie obejmuje gniazd w**



- A. kuchni i pokoju 2
- B. łazience i pokoju 1
- C. pokoju 1 i pokoju 2
- D. łazience i pokoju 2

Gniazdo trójfazowe pokazane na rysunku może zasilić odbiornik z sieci

- A. IT i TN-S
- B. TT i TN-S
- C. TT i TN-C
- D. TN-S i TN-C



Wartość średnia napięcia zmierzonego na wyjściu nieobciążonego prostownika jednopółkowego, zasilanego napięciem sinusoidalnie zmiennym o wartości skutecznej 10 V, jest równa

- A. 4,50 V
- B. 6,40 V
- C. 7,07 V
- D. 10,00 V

Przewód pokazany na zdjęciu ma symbol literowy

- A. YLYp
- B. YDYp
- C. YDYo
- D. YnDYo



Przewód oznaczony symbolem literowym SMYp posiada żyły

- A. płaskie.
- B. sektorowe.
- C. jednodrutowe.
- D. wielodrutowe.

Symbolem PEN oznaczony jest przewód

- A. ochronny.
- B. uziemiający.
- C. wyrównawczy.
- D. ochronno-neutralny.

Zdjęcie przedstawia

- A. płytkę zaciskową.
- B. szynę łączeniową.
- C. drabinkę kablową.
- D. listwę montażową.



Na rysunku przedstawiono schemat łącznika

- A. hotelowego.
- B. schodowego.
- C. dwubiegunowego.
- D. jednobiegunowego.



Która z wymienionych rodzajów instalacji elektrycznych jest stosowana w pomieszczeniach mieszkalnych?

- A. W kanałach podłogowych.
- B. Prowadzona na drabinkach.
- C. W listwach przypodłogowych.
- D. Wykonana przewodami szynowymi.

Jaki rodzaj przewodów montuje się na izolatorach wsporczych?

- A. Szynowe.
- B. Uzbrojone.
- C. Rdzeniowe.
- D. Kabelkowe.

Stosując kryterium obciążalności prądowej, dobierz na podstawie tabeli minimalny przekrój przewodu do zasilania grzejnika elektrycznego o danych:  $P_N = 4,6 \text{ kW}$ ,  $U_N = 230 \text{ V}$ .

$S, \text{ mm}^2$	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0
$I_{dd}, \text{ A}$	15	19	24	32	42

- A.  $1,5 \text{ mm}^2$
- B.  $2,5 \text{ mm}^2$
- C.  $4,0 \text{ mm}^2$
- D.  $6,0 \text{ mm}^2$

Który symbol graficzny na schemacie ideowym projektowanej instalacji elektrycznej oznacza sposób prowadzenia przewodów w tynku?



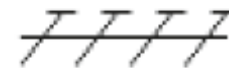
A.



B.



C.



D.

Stosując kryterium obciążalności prądowej, dobierz przewód kabelkowy o najmniejszym przekroju żył miedzianych do wykonania trójfazowej instalacji wtynkowej w układzie TN-S, która jest zabezpieczona wyłącznikiem instalacyjnym z oznaczeniem B16.

Przekrój przewodu $\text{mm}^2$	Jeden lub kilka kabli 1-żyłowych ułożonych w rurze		Kilka kabli np.: przewody płaszczowe, rurowe, wtynkowe		Pojedynczy w powietrzu, przy czym odstęp odpowiada przynajmniej średnicy kabla	
	Żyła Cu A	Żyła Al A	Żyła Cu A	Żyła Al A	Żyła Cu A	Żyła Al A
0,75	-	-	12	-	15	-
1,0	11	-	15	-	19	-
1,5	15	-	18	-	24	-
2,5	20	15	26	20	32	26
4	25	20	34	27	42	33
6	33	26	44	35	54	42

- A. YDY 5x1  $\text{mm}^2$
- B. YDY 5x1,5  $\text{mm}^2$
- C. YDY 5x2,5  $\text{mm}^2$
- D. YADY 5x4  $\text{mm}^2$

Jakie uszkodzenie nastąpiło w instalacji elektrycznej, dla której wyniki pomiarów rezystancji izolacji przedstawiono w tabeli?

Rezystancja izolacji, MW						
Zmierzona między						Wymagana
L1 – L2	L2 – L3	L1 – L3	L1 – PEN	L2 – PEN	L3 – PEN	
2,10	1,05	1,10	1,40	1,30	0,99	1,00

- A. Zwarcie międzyfazowe.
- B. Przeciążenie jednej z faz.
- C. Pogorszenie izolacji jednej z faz.
- D. Jednofazowe bezimpedancyjne zwarcie doziemne.

Dla instalacji elektrycznej o danych  $U_0 = 230 \text{ V}$  i  $I_a = 100 \text{ A}$ ,  $Z_s = 3,1 \Omega$  ( $Z_{sIa} \leq U_0$ ) pracującej w układzie TN-C **nie jest** skuteczna dodatkowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym, ponieważ:

- A. rezystancja uziomu jest za mała.
- B. impedancja pętli zwarcia jest za duża.
- C. impedancja sieci zasilającej jest za mała.
- D. rezystancja izolacji stanowiska jest za duża.

Widoczną przerwę w obwodzie instalacji elektrycznej może zapewnić

- A. bezpiecznik instalacyjny.
- B. wyłącznik instalacyjny płaski.
- C. wyłącznik różnicowoprądowy.
- D. ochronnik przeciwprzepięciowy.

Która z czynności obejmuje prace konserwacyjne instalacji elektrycznej?

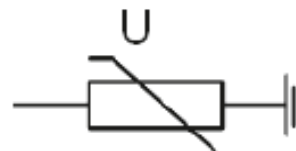
- A. Wymiana uszkodzonych źródeł światła.
- B. Zmiana typu zastosowanych przewodów.
- C. Instalacja dodatkowego gniazda elektrycznego.
- D. Modernizacja rozdzielnic instalacji elektrycznej.

Przeciążenie instalacji elektrycznej polega na

- A. przekroczeniu prądu znamionowego instalacji.
- B. bezpośrednim połączeniu dwóch faz instalacji.
- C. nagłym wzroście napięcia elektrycznego w sieci ponad wartość znamionową.
- D. wystąpieniu w instalacji fali przepięciowej po wyładowaniu atmosferycznym.

Ochronnik oznaczony symbolem graficznym pokazanym na rysunku reaguje na

- A. przepięcie.
- B. przeciążenie.
- C. upływ prądu.
- D. zwarcie doziemne.



Na którą z wymienionych przyczyn, występującą w obwodzie odbiorczym instalacji elektrycznej, musi reagować wyłącznik różnicowoprądowy samoczynnym wyłączeniem?

- A. Przepięcie.
- B. Przeciążenie.
- C. Upływ prądu.
- D. Zwarcie międzyfazowe.

Co jest przyczyną samoczynnego zadziałania wyłącznika instalacyjnego po około 10 minutach od załączenia obwodu odbiorczego instalacji elektrycznej?

- A. Przepięcie.
- B. Przeciążenie.
- C. Prąd błędzący.
- D. Zwarcie bezimpedancyjne.

Zamiast starego bezpiecznika trójfazowego 25A, należy zastosować wysokoczuły wyłącznik różnicowoprądowy. Który z przedstawionych w katalogu, należy wybrać?

Wyłącznik	Oznaczenie
A.	BPC 425/030 4P AC
B.	BDC 225/030 2P AC
C.	BPC 425/100 4P AC
D.	BDC 440/030 4P AC

Którą z wymienionych typów wkładek topikowych powinien być zabezpieczony przed zwarcieniem jednofazowy silnik indukcyjny klatkowy?

- A. gG
- B. gR
- C. aL
- D. aM

Który zestaw narzędzi, oprócz przymiaru kreskowego i młotka należy wybrać do montażu instalacji natynkowej w rurach PCV?

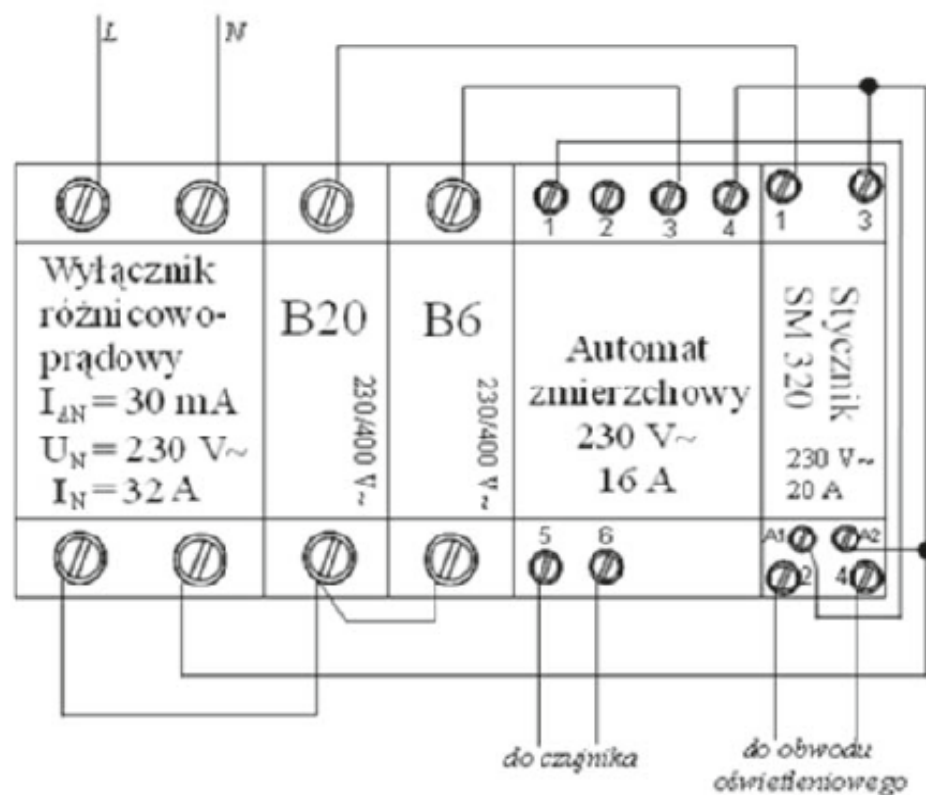
Nóż monterski	Nóż monterski	Cęgi do izolacji	Cęgi do izolacji
Poziomica	Piłka do cięcia	Poziomica	Poziomica
Wkrętarka	Wkrętak	Wkrętarka	Wkrętarka
Obcinaczki	Obcinaczki	Obcinaczki	Płaskoszczypy
Wiertarka	Wiertarka	Lutownica	Wiertarka
A.	B.	C.	D.

Do pomiaru rezystancji izolacji przewodu służy

- A. omomierz.
- B. megaomomierz.
- C. miernik pętli zwarcia.
- D. indukcyjny miernik uziemień.

Obwód oświetleniowy zasilany z rozdzielnic przedstawionej na rysunku może pobierać długotrwale prąd nieprzekraczający

- A. 6 A
- B. 16 A
- C. 20 A
- D. 32 A



# O D P O W I E D Z I

strona	ODP	strona	ODP
55	B, D	71	D, A
56	D, D	72	C
57	D, D	73	D, A
58	A, D	74	B, D, D
59	C, C	75	B, B
60	B, A	76	C, A
61	A, A	77	B, B
62	A, B	78	B
63	B, B	79	C, B
64	A, C	80	A, A, A
65	C, B	81	A, C, B
66	A, A	82	A, D
67	D, A	83	B, B
68	C	84	C
69	C, B		
70	D		

# Dziękuję za uwagę



mgr inż. Robert Czak

*tel: 0048 603687444*

*mail: robert.czak@op.pl*