

WYTYCZNE DO PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW ZASILANIA GWARANTOWANEGO

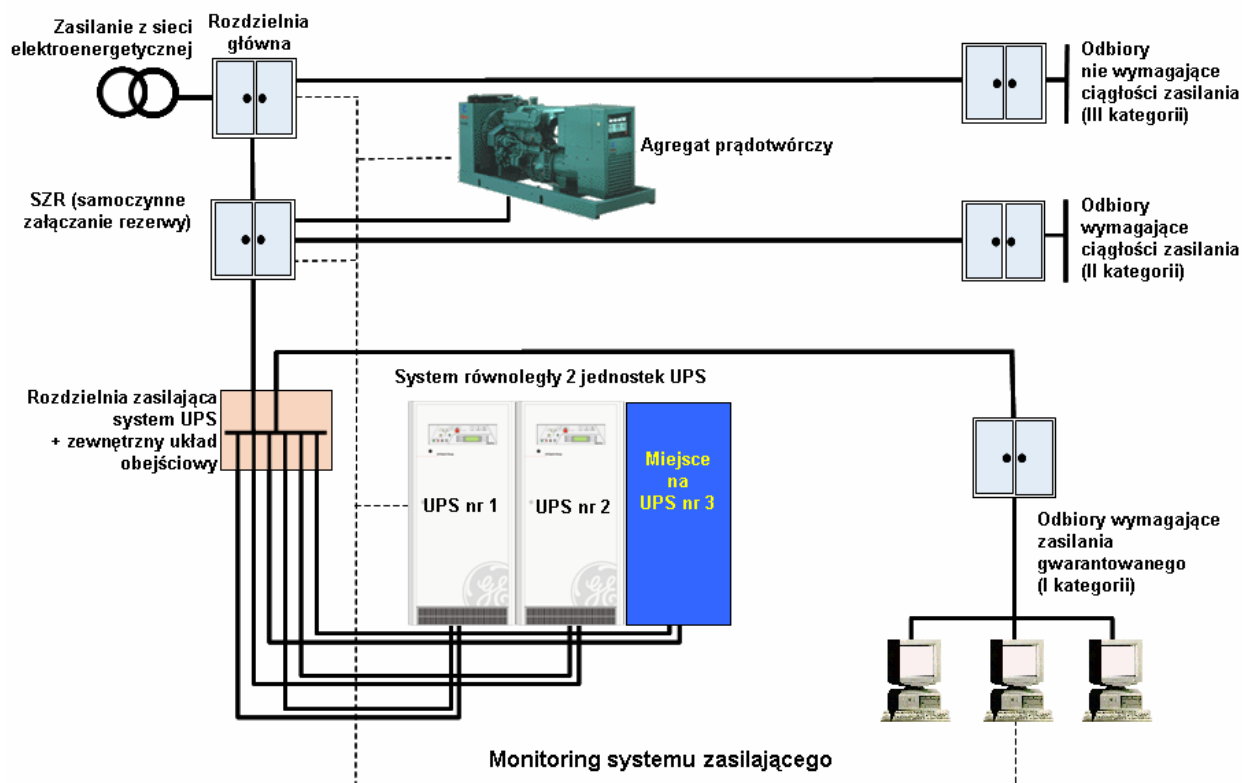
Sieci komputerowe i odpowiedzialne układy sterowania i kontroli procesów są zasilane przez dedykowane instalacje i systemy elektryczne. W naszym kraju niema odrębnych i szczegółowych przepisów i norm dotyczących gwarantowanych instalacji elektrycznych. Zasady projektowania i budowy dedykowanych instalacji elektrycznych regulują głównie zalecenia oraz wytyczne instytucji i ośrodków branżowych (np. SEP).

I. ELEMENTY SKŁADOWE SYSTEMU ZASILANIA GWARANTOWANEGO

Schemat zasilania obiektu

Poniższy rysunek przedstawia schemat gwarantowanego zasilania obiektu złożony z dwóch systemów: zespołu statycznego (UPS) i dynamicznego (agregat prądowłórczy).

Schemat gwarantowanego zasilania obiektu



Systemy te są niezależne od siebie tworząc układ nadmiarowy już na poziomie dostaw energii gwarantowanej. Redundancja, czyli nadmiarowość jest układem wykorzystywanym wszędzie tam, gdzie szczególnie zależy nam na niezawodności budowanych urządzeń. Redundantne źródła zasilania powinny być podłączone do systemu zasilania obiektu przez układ tzw. Samoczynnego Załączenia Rezerwy (SZR), który w razie awarii bieżącego źródła zasilania przełączy samoczynnie obciążenie na kolejne dostępne źródła energii. Jednym z rezerwowych źródeł energii może być zespół spalinowo-elektryczny (agregat prądowłórczy). Za układem SZR znajduje się jeden UPS (lub system równoległy kilku UPSów). UPS z kolei jest podłączony do sieci zasilającej obiektu poprzez moduł zewnętrznego obejścia serwisowego. Moduł ten umożliwia odłączenie UPS-a od instalacji elektrycznej podczas wykonywania prac obsługowo-naprawczych. Odłączenie UPS-a z jednoczesnym podaniem napięcia z jego zacisków wejściowych na wyjściowe, odbywa się bez przerw w zasilaniu odbiorników energii.

Energia elektryczna poddawana jest dystrybucji dla poszczególnych obwodów odbiorczych w zależności od ich ważności z punktu widzenia Użytkownika. Dystrybucja ta odbywa się przez system rozdzielnic energii gwarantowanej i niegwarantowanej. Poszczególne obwody zasilające powinny zawierać stosowne zabezpieczenia przeciążeniowe i przeciwporażeniowe (bezpieczniki nadmiarowe i różnicowoprądowe), które są elementami tzw. dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej.

Kompletny, nowoczesny system zasilania musi zawierać rezerwowe źródło zasilania w postaci agregatu prądotwórczego oraz UPSa. Zadaniem agregatu prądotwórczego jest wytwarzanie napięcia o określonych parametrach przez okres od kilku minut do kilku godzin podczas zaniku zasilania z podstawowego źródła zasilania.

Agregat powinien charakteryzować się między innymi :

- samoczynnym rozruchem w razie zaniku napięcia z głównego źródła lub obniżenia się parametrów tego napięcia,
- przejściem 100% obciążenia znamionowego już po kilkunastu sekundach,
- zmiana obciążenia 0-80% mocy znamionowej agregatu nie powinna powodować obniżenia napięcia na wyjściu agregatu o więcej niż 10% oraz częstotliwości o więcej niż 1%,
- agregat nie powinien być wrażliwy na przeciążenia o wartości do 10% mocy znamionowej przez okres do 1h.

Systemom UPS są stawiane następujące wymagania podstawowe:

- podtrzymanie zasilania podczas zaniku lub obniżenia parametrów napięcia z podstawowego źródła. Okres podtrzymania typowo dobiera się na kilka do kilkudziesięciu minut, zwykle do czasu uruchomienia agregatu prądotwórczego;
- zapewnienie doskonałych parametrów napięcia i częstotliwości zasilania odbiorów bez względu na parametry źródła (sieci elektroenergetycznej lub agregatu);
- poprawna komunikacja ze środowiskiem pracy zasilanych aplikacji (sieci IT, BMS, komunikacyjne protokoły przemysłowe).

Przy budowie sieci teleinformatycznych stosowana jest jedna podstawowa konfiguracja zasilania gwarantowanego - jeden główny (centralny) UPS o dużej mocy - kilkanaście do kilkuset kVA. Wybór tej konfiguracji zależy od wielkości sieci, odpowiedniej infrastruktury zasilającej czy wręcz możliwości lokalowe umożliwiające lub nie zainstalowanie stosunkowo dużego urządzenia.

Dobierając UPS należy brać pod uwagę następujące parametry:

- moc znamionową (najczęściej podawana w kVA, PF=0,8),
- jakość napięcia i częstotliwości wyjściowej,
- dobre parametry dynamiczne zasilania ($\leq 3\%$) przy skokach obciążenia,
- wysokie możliwości przeciążeniowe,
- wysoki wejściowy współczynnik mocy PF $\geq 0,9$,
- niską zawartość harmonicznych prądowych na wejściu THDi ($\leq 10\%$),
- separacja galwaniczna w torze głównym UPSa (np. transformator falownika) między odbiorami i siecią zasilającą oraz napięciem stałym (bateria),
- niską zawartość harmonicznych w przebiegu wyjściowym THDu ($\leq 3\%$),
- możliwość współpracy z systemami operacyjnymi IT,
- możliwość zdalnego monitorowania i zarządzania,
- możliwość pracy równoległej (istotne przy rozbudowie systemu),
- warunki serwisowania.

II. WYMAGANIA TECHNICZNO-EKSPLOATACYJNE DLA SYSTEMÓW ZASILANIA GWARANTOWANEGO

Technologie zasilania gwarantowanego:

Statyczne systemy zasilania (przetwarzanie energii):

- systemy UPS (przede wszystkim VFI),
- układy równoległe-redundancyjne,
- układy stałoprądowe.

Dynamiczne systemy zasilania (wytwarzanie energii):

- zespoły spalinowo-elektryczne.

Systemy rozdziału mocy:

- rozdzielnice,
- układy przełączające (SZRy),
- bezprzerwowe układy przełączające („static switch”).

Wymagania podstawowe dla systemu zasilania

- Ochrona odbiorów przed podstawowymi typami awarii sieci elektroenergetycznych (zaniki sieci, chwilowe wahania amplitudy, udary napięciowe, długotrwałe obniżenia napięcia, szумы, zakłócenia impulsowe, wahania częstotliwości, przepięcia łączeniowe, odkształcenia harmoniczne),
- różne układy napięć i częstotliwości wyjściowych – 230 (3 x 400) Vac, 24, 48, 60, 110, 220 VDC,
- szeroki zakres mocy wyjściowych – do 100 kW dla instalacji DC i do 1000 kVA dla systemów przemiennoprądowych,
- szeroki zakres czasów autonomii bateryjnej,
- nowoczesny układ ochrony i monitoringu baterii akumulatorów oraz klimatycznych warunków pracy,
- kompaktowa konstrukcja (w tym w układzie 19”) odporna na negatywne wpływy środowiskowe (w przypadku systemów outdoor’owych), ingerencję osób niepowołanych i uszkodzenia mechaniczne,
- nowoczesny i wielopłaszczyznowy system monitoringu i zarządzania mocą.

Wybór właściwego pomieszczenia:

- Niezbędna powierzchnia z uwzględnieniem dostępu do urządzeń dla obsługi i serwisu.
- Nieobecność rur CO oraz wodno-kanalizacyjnych, unikać zawilgoconych pomieszczeń.
- Bez ekspozycji słonecznej.
- W przypadku piwnicy – ochrona przed zalaniem. Wymagane jest podwyższenie (platforma) i układ odprowadzania wody.
- Przy wyborze pomieszczenia niezbędna jest analiza drogi transportowej.

PRZYGOTOWANIE POMIESZCZENIA:

- Zapewnienie wystarczającej klimatyzacji (ze względu na baterie). Temperatura w pomieszczeniu powinna utrzymywać się w granicach 20-25°C. Przy wyborze wielkości klimatyzatora należy brać pod uwagę ilość ciepła wydzielanego przez UPS, inne urządzenia znajdujące się w pomieszczeniu i wydzielające ciepło (nie zapominać o przewodach oraz rozdzielnicach), ciepło wnoszone przez ściany od sąsiednich pomieszczeń oraz elewacji budynku. Klimatyzator nie powinien być zasilany z UPS-a. Klimatyzator musi mieć funkcję auto-restart, aby po ponownym załączeniu zasilania mógł ponownie wystartować.
- Doprowadzenie do pomieszczenia przewodów energetycznych (zasilających oraz odbiorczych) i kontrolno-sterujących (zdalne sygnalizatory i komunikacja z komputerami).
- Zainstalowanie oświetlenia awaryjnego oraz gniazdko technologicznego 230 V.
- Zapewnienie ochrony przeciwprzepięciowej.
- Przepięcia występują w każdym miejscu sieci energetycznej i są nie do uniknięcia. Przyczynami powstawania przepięć są np. przełączenia, wyłączenia i załączenia odbiorników indukcyjnych i baterii kondensatorów do kompensacji współczynnika mocy, doziemienia, zadziałanie zabezpieczeń itp. Przepięcia mogą stać się przyczyną poważnych uszkodzeń w czułym sprzęcie komputerowym i nie tylko. Ochronę zapewniają odgromniki i ochronniki przeciwprzepięciowe.

UWAGA: Ochrona antyprzepięciowa jest skuteczna tylko wtedy, gdy obejmuje cały budynek.

- Doprowadzenie do UPS-a przewodów od wyłącznika p/poż. Norma EN50091 wymaga takiego wyłącznika dla każdego UPS-a podłączonego na stałe do instalacji, aczkolwiek stwierdza się, że może być integralną częścią UPS-a i nie musi być zdalny.
- Zapewnienie możliwości prowadzenia połączeń między elementami systemu (kanały, drabinki).
- Zapewnienie warunków bezpiecznej obsługi i serwisowania sprzętu.

INSTALACJA ELEKTRYCZNA:

- Nie należy umieszczać na tej samej fazie co systemy komputerowe innych odbiorników, które stanowią źródło zakłóceń, takich jak np.: wentylatory, klimatyzatory, oświetlenie.
- Dla sieci gwarantowanej (na wyjściu UPS-a) wskazane jest stosowanie niestandardowych gniazdek. Zapobiega to przypadkowemu włączeniu do sieci napięcia gwarantowanego urządzeń mogących wprowadzić zakłócenia i niepotrzebne dodatkowe obciążenie UPS-a.
- Po odłączeniu zasilania obiektu z powodu zagrożenia, np. pożarowego, UPS pozbawiony zasilania podstawowego przejdzie w tryb pracy z baterii i będzie w dalszym ciągu źródłem napięcia przemiennego. Może to stanowić zagrożenie dla osób gaszących pożar. Wymagany jest zatem wyłącznik do awaryjnego zatrzymania pracy UPS-a, który powinien być zainstalowany w pobliżu wyłącznika głównego p/poż. i wyraźnie oznaczony, iż dotyczy zasilania gwarantowanego. Mogą być wykorzystane wolne styki istniejącego wyłącznika. Nie jest wymagane, aby obwody bateryjne znajdujące się wewnątrz UPS-a miały być odłączane. Niektóre instytucje jak np. szpitale mają odrębne przepisy w tej kwestii.
- W instalacjach elektrycznych, w których dominują urządzenia wyposażone w zasilacze SMPS należy uwzględnić wartość prądu płynącego w przewodzie neutralnym. Ponieważ większość urządzeń komputerowych zasilana jest jednofazowo (tzn. włączane są między jeden z przewodów fazowych i przewód neutralny), to nawet przy zachowaniu asymetrii obciążenia faz w przewodzie neutralnym będzie płynął znaczny prąd. Przepływ tego prądu wynika z niesinusoidalnego poboru prądu przez zasilacze SMPS. Dobór właściwego przekroju przewodu neutralnego jest tym ważniejszy, że jest on bardzo rzadko zabezpieczony przed przeciążeniem. Źle dobrany przewód przegrzewa się, co stwarza zagrożenie pożarowe. Ponadto ze względu na zwiększony prąd w przewodzie neutralnym powstaje spadek napięcia i może się okazać, że przy samym odbiorniku zamiast oczekiwanego 0V, różnica potencjałów między N i PE wynosi 6 do 10 V. Przepisy nie określają, jakie napięcie jest dopuszczalne. Wbrew oczekiwaniom powiększanie przekroju przewodów powyżej 95mm² nie zmniejsza ich induktancji. W tym przypadku celowe wydaje się równoległe stosowanie przewodów, aby uzyskać wymagany przekrój. Ostatecznym rozwiązaniem jest podział odbiorów gwarantowanych na sekcje i zasilanie ich z osobnych UPS-ów. Należy pamiętać, że UPS stanowi filtr dla źródła zasilającego, jakim jest sieć zawodowa lub agregat prądotwórczy. Podczas pracy na obejściu (*bypass*) źródła te widzą bezpośrednio odbiory. Zakłócenia, które wprowadzają odbiory mogą okazać się wówczas nie akceptowalne, w szczególności przez agregat.
- Dotychczas brak jest ostatecznych międzynarodowych uregulowań prawnych w zakresie zawartości harmonicznych prądu, jakie są wnoszone do sieci zasilającej. Norma IEC 1000-3-2 ogranicza się do prądów 16 A na fazę.
- Dobór zabezpieczeń w sieci zasilającej urządzenia komputerowe z zastosowaniem UPS-a powinien odbywać się według ogólnie przyjętych zasad ze szczególnym uwzględnieniem selektywności ich działania. Przy doborze zabezpieczeń pomocne mogą być poniższe uwagi. W trybie pracy bateryjnej prąd zwarciový z reguły jest ograniczany do wartości około 150% wartości nominalnej (jest to zwykle zabezpieczenie elektroniczne falownika). W trybie pracy normalnej (z sieci energetycznej) w przypadku zwarcia UPS przełączy się na pracę z obejściem, a wartości prądów zwarciových są większe (rodzaj bezpieczników, charakterystyki i wartości prądów maksymalnych są podawane przez producentów UPS-ów).
- Przepięcia stanowią szczególne zagrożenie dla bardzo wrażliwego sprzętu komputerowego. Stosuje się ochronę podstawową - odgromniki i ochronniki przeciwprzepięciowe należy zainstalować w miejscu doprowadzenia instalacji do obiektu oraz ochronę dodatkową – wymienione elementy należy zainstalować w wybranych miejscach wewnątrz obiektu. Włącza się je między przewody sieci zasilającej i ziemię.
- Jednym z najistotniejszych elementów wykonania instalacji napięcia gwarantowanego (na wyjściu UPS-a) jest prawidłowe rozprowadzenie przewodu PE. Należy utrzymać system gwiazdzisty i nie dopuszczać do tworzenia pętli, szczególnie przez kable sygnałowe. Wyładowanie elektryczne w pobliżu może spowodować indukowanie się napięć przekraczających progi przebicia obwodów urządzeń.

EKSPLOATACJA:

Prawidłowo zaprojektowany i wykonany system zasilania gwarantowanego nie jest absorbujący w eksploatacji. Tym niemniej należy:

- Zwracać uwagę na ewentualne, sygnalizowane alarmy (bezpośrednio na pulpicie urządzenia, na zdalnych sygnalizatorach lub w komputerowym systemie monitorowania) i bezzwłocznie usuwać przyczyny.
- Regularnie przeprowadzać przeglądy.
- Dbać o baterie, głównie aby temperatura ich pracy była utrzymywana w zakresie 20-25°C. Wskazane jest przeprowadzenie co pewien czas testu czasu podtrzymania lub zaprogramowanie UPS-a na automatyczne monitorowanie stanu baterii, jeśli UPS ma taką funkcję. Odłączone baterie należy co pewien czas doładować. Wymiana uszkodzonych baterii jest bowiem bardzo kosztowna.
- Nie dopuszczać do permanentnego przeciążenia systemu. Jeśli okaże się to konieczne - rozważyć jego rozbudowę lub wymianę.

III. PRACA RÓWNOLEGLA UPSÓW

Wyjścia równoległych jednostek UPS są podłączone do wspólnej szyny wyjściowej. Podczas normalnej pracy obciążenie jest podzielone równo między jednostki podłączone do wspólnej szyny. Modułowa koncepcja UPS-ów pozwala na łączenie równolegle zwykle do 4 - 8 urządzeń, bez stosowania wspólnych lub priorytetowych elementów.

Systemy równoległe redundancyjne UPSów stosowane są w celu:

- zwiększenie mocy systemu,
- zapewnienie redundancji (bezpieczeństwa),
- możliwości prowadzenia prac obsługowo-naprawczych bez przerwy w zasilaniu odbiorów.

Układ równoległy w celu zwiększenia mocy

W celu zwiększenia całkowitej mocy wyjściowej systemu, kilka jednostek może być łączonych do pracy równoległej. Całkowita moc podzielona pomiędzy równoległe urządzenia jest równa mocy znamionowej całkowitego obciążenia. W przypadku uszkodzenia jednego z UPS-ów, moc pozostałych jednostek systemu jest niewystarczająca dla zasilania obciążenia i obciążenie zostanie przełączone na zasilanie sieciowe poprzez automatyczny układ obejściowy.

Układ równoległy w celu redundancji:

Istnieją instalacje zasilania gwarantowanego, od których wymaga się szczególnej niezawodności i bezbłędnej pracy ciągłej. W takim przypadku należy przy konfiguracji systemu przewidzieć możliwość prowadzenia prac serwisowych, w tym wymiany baterii, z jednoczesnym zapewnieniem zasilania chronionych obiektów. Taka konfiguracja UPS-ów jest określana jako system równoległy redundancyjny. Dla tego systemu minimum konfiguracyjne to dwa UPS-y. W warunkach szczególnego zagrożenia preferowany jest układ 3 UPS-ów, który dopuszcza awarię jednego z dwóch zasilaczy po uprzednim odłączeniu trzeciego do serwisowania. Dla bardzo dużych mocy, kiedy ograniczeniem jest maksymalna moc UPS-a - liczba zastosowanych UPS-ów wynika z bilansu mocy i uwzględnienia warunku redundancji. Całkowita moc (n-1) z (n) równoległych redundancyjnych UPS-ów jest równa 100% mocy obciążenia. Obciążenie jest podzielone pomiędzy (n) równoległych urządzeń podłączonych do szyny wyjściowej. Jeżeli jedna z (n) jednostek równoległych zostanie wyłączona (uszkodzi się), pozostałe (n-1) urządzeń będzie zasilalo obciążenie, dostarczając gwarantowane napięcie z falowników. Rozwiązanie takie zapewnia wyższą niezawodność i większe bezpieczeństwo dla obciążenia oraz dłuższy czas pracy międzyawaryjnej MTBF (Mean Time Between Failures).

Nie wszystkie zasilacze potrafią pracować w układach równoległych i nie wszystkie układy równoległe zapewniają identyczny poziom niezawodności. Źle skonstruowany system równoległy może być sam w sobie przyczyną awarii. Dojść może do sytuacji paradoksalnej, gdy zastosowanie układu mającego na celu zwiększenie niezawodności prowadzi do wzrostu prawdopodobieństwa awarii.

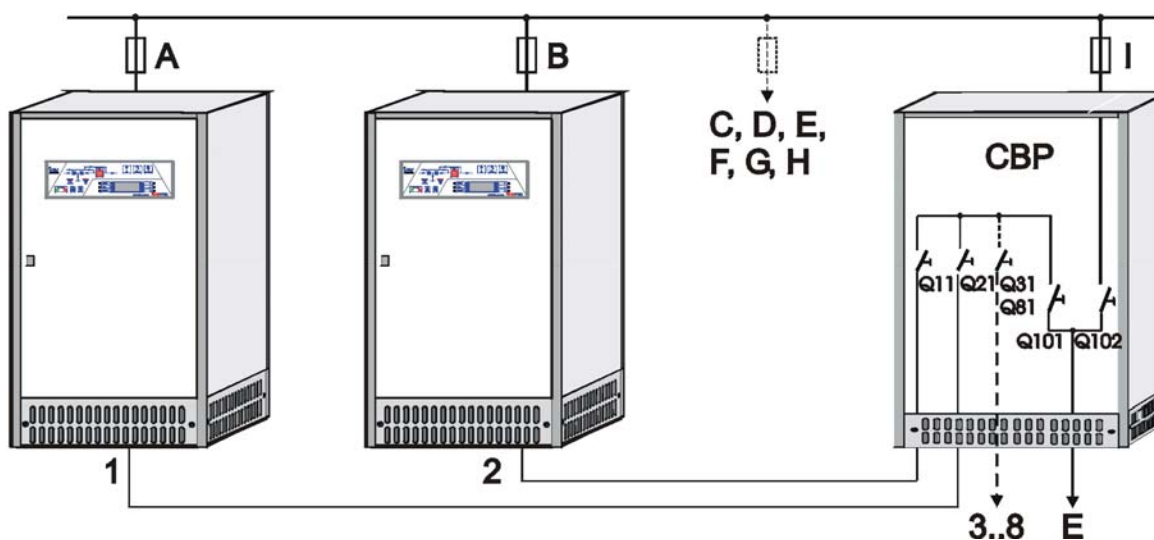
Niezawodna praca systemu równoległego zależy przede wszystkim od dwóch czynników:

- istnienia pewnego, niezawodnego systemu synchronizacji,
- zdolności układu do selektywnego izolowania urządzeń uszkodzonych.

Precyzja synchronizacji i jej absolutna niezawodność są czynnikami niezwykle istotnymi ze względu na równomierność podziału obciążenia i, co najważniejsze, ze względu na bezpieczeństwo pracy falowników. Nawet niewielka różnica faz napięć zasilaczy podłączonych do wspólnych szyn odbiorczych prowadzi do znacznych różnic w obciążeniu zasilaczy (przesunięcie fazowe równe tylko jednemu stopniowi odpowiada aż 50-procentowej różnicy w obciążeniu). Rozsynchronizowanie kończy się w najlepszym przypadku natychmiastowym wyłączeniem całego systemu, w najgorszym - poważną awarią UPSów. Dlatego należy zapewnić niezawodny układ komunikacji między jednostkami UPS np. przez zastosowanie redundancyjnej (nadmiarowej) szyny komunikacyjnej.

Dodatkowe wymagania dla systemu równoległego-redundancyjnego:

- Zewnętrzny układ obejściowy (bypass serwisowy tzw. „busbar”) - jeden dla całego systemu, umożliwiający wyłączenie / obsługę poszczególnych jednostek UPS bez przerw w zasilaniu odbiorców.
- Oddzielne zasilanie prostownika (toru głównego) i toru obejściowego (bypass elektroniczny i ręczny),
- Jeśli to możliwe, należy zapewnić zasilanie prostowników w różnych sekcji,
- Wszystkie bypassy należy zasilić z tej samej sekcji,
- Nadmiarowa szyna komunikacyjna między jednostkami systemu równoległego.
- Dobór odpowiadających sobie przewodów zasilających i odbiorczych dla każdego UPS-a o równej długości.
- Zapewnić odpowiednie ustawienie urządzeń tak, aby nie kierowały na siebie ciepłego powietrza.
- Ze względu na niezawodność zaleca się stosowanie baterii osobnych dla każdego UPS-a (najlepiej w zestawach równoległych), jednak ze względów kosztowych można zastosować baterie wspólne. W tym przypadku zaleca się nie łączyć równolegle więcej niż cztery gałęzie baterii.



Centralny układ obejściowy dla konfiguracji równoległej redundancyjnej.

A	= Wejście zasilania sieciowego – UPS 1	1	= UPS 1
B	= Wejście zasilania sieciowego – UPS 2	2	= UPS 2
C..H	= Wejście zasilania sieciowego dla innych jednostek równoległych	3..8	= Wyjście innych jednostek równoległych
I	= Wejście zasilania sieciowego dla centralnego układu obejściowego	CBP	= Szafa ze wspólną szyną zbiorczą oraz centralnym układem obejściowym
E	= Zasilanie obciążenia		