

Mirosław Ruciński

Kierunek: technik informatyk 312[01]

Cele nauczania:

Wiadomości – Budowa zasada działania - Zasilacze ATX. Zasilacze awaryjne UPS. Metody odprowadzania ciepła z podzespołów komputera.

Umiejętności - scharakteryzować zasady doboru zasilaczy ATX oraz zasilaczy awaryjnych UPS. Scharakteryzować metody odprowadzania ciepła i zasady montażu chłodzenia podzespołów komputerowych

Temat 16. IrDA, (podczerwień).

Infrared Data Association (IrDA) – standard ten opracowała grupa, skupiająca kilkudziesięciu producentów sprzętu komputerowego. Celem powstania było stworzenie i kontrolowanie międzynarodowych standardów transmisji danych w zakresie podczerwieni. Grupa ta opracowała firmowy system bezprzewodowej transmisji danych cyfrowych z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego. Jego elementy przeznaczone są przede wszystkim do tworzenia sieci tymczasowych, w których znajdują się (laptopy, palmtopy, telefony).



Standard ten charakteryzuje się:

prostą i taną implementacją,
małym poborem mocy,
połączeniami bezpośrednimi typu punkt-punkt,
wydajnym i pewnym transferem danych.

Podstawowe usługi, wymienione w opisie systemu obejmują:

przesył plików między komputerami,
drukowanie,
dostęp do zasobów sieci przewodowej,
transmisja danych i mowy między komputerem a telefonem komórkowym,
sterowanie urządzeniami telekomunikacyjnymi.

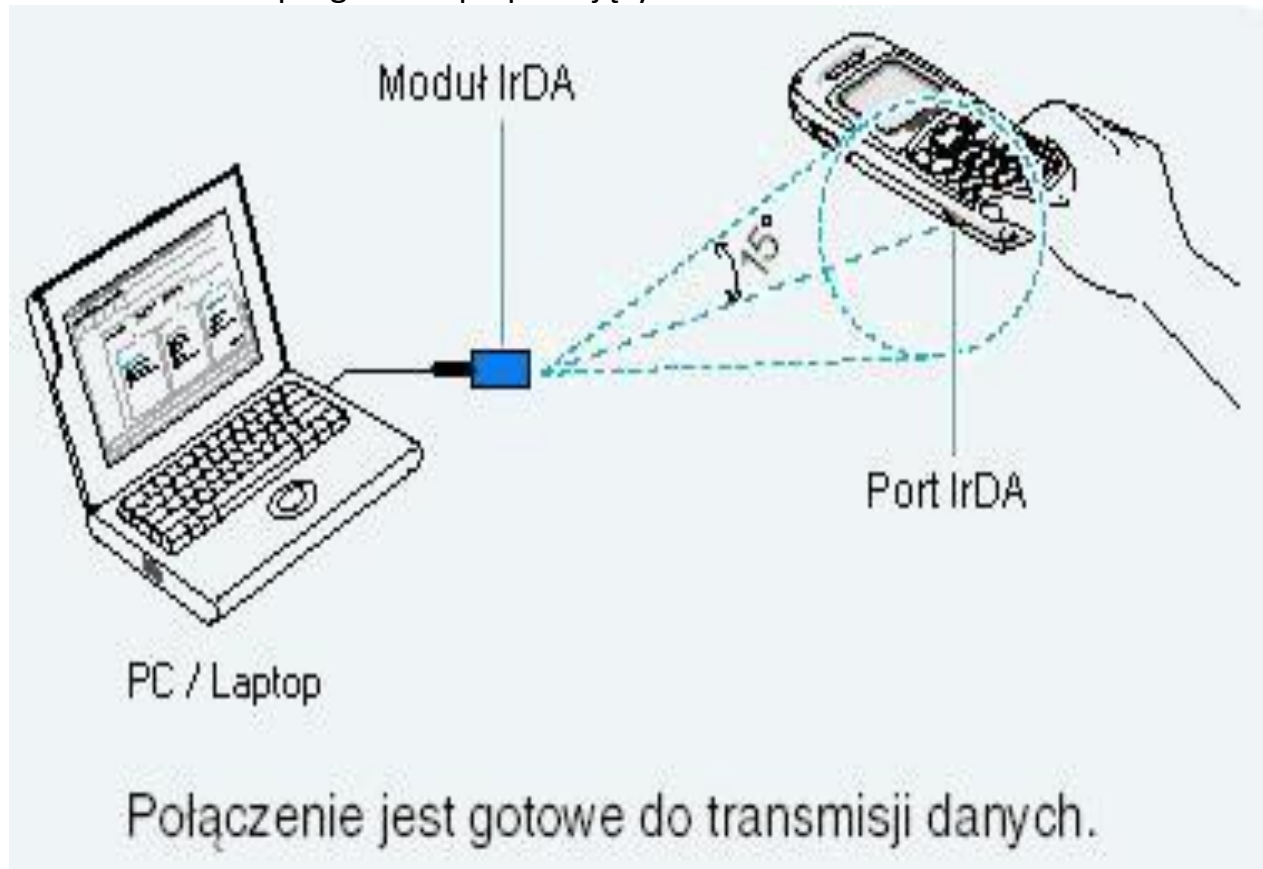
Technologia IrDA wykorzystuje skupioną wiązkę światła w paśmie podczerwonym. Warunkiem zastosowania IrDA jest posiadanie, co najmniej dwóch urządzeń, pomiędzy którymi nie ma niczego, co by utrudniało ich wzajemną widoczność.

Aby uzyskać połączenie poprzez port IrDA, należy:

Uaktywnić port podczerwieni w komputerze PC

Uaktywnić port podczerwieni w telefonie

Uruchomić na PC program współpracujący z twoim telefonem



IrDA USB port Infrared

Aby przesłać informację należy oba urządzenia ustawić naprzeciw siebie w taki sposób, aby porty IrDA były dla siebie widoczne.

Infrared Data Association (IrDA)

Lp.	Parametr	Właściwości
1.	Długość fali	850 – 900 nm
2.	Typ połączenia	punkt-punkt
3.	Liczba kanałów	Jeden – do transmisji danych
4.	Prędkość transmisji	obowiązkowo: 9,6 kb/s, opcjonalnie: 19,2 kb/s, 38,4 kb/s, 57,6 kb/s, 115,2 kb/s (IrDA 1.0 lub 1.1) oraz 0,1576 Mb/s, 1,152 Mb/s, 4 Mb/s (IrDA 1.1)
5.	Zasięg i typ transmisji	do 1 m; urządzenia muszą się "widzieć"; kąt wiązki transmisji – 30°

Temat 17. Port równoległy LPT.

Łącze równoległe (LPT) Line Print Terminal

Magistrala tego interfejsu składa się z: 9 linii danych, 4 linii sterujących i 5 linii statusu. Nie zawiera linii zasilających. Linie magistrali są dwukierunkowe (**w standardzie Centronics jednokierunkowe**), poziomy sygnałów na liniach odpowiadają poziomom TTL.



LPT zapewnia transmisję na odległość do 5 metrów, jeśli przewody sygnałowe są skręcane z przewodami masy, w przeciwnym przypadku na odległość do 2 metrów. Transmisja danych odbywa się z potwierdzeniem, z maksymalną prędkością ok. 2

MB/s. LPT nie oferuje funkcjonalności hot plug, odłączenie kabla od portu przy włączonym zasilaniu w niektórych przypadkach spowoduje uszkodzenie układu odpowiedzialnego za transmisję równoległą. **Zastosowanie podłączenie** drukarki, skanery, pamięci masowe

Tryby pracy portu LPT

W 1994 opracowano specyfikację IEEE 1284, w której zdefiniowano standardy wymiany informacji między komputerem a urządzeniami peryferyjnymi. Są to:

SPP –standardowy port równoległy–dane z PC do urządzenia przesyłane są w trybie jednobajtowym, a z urządzenia do PC w trybie półbajtowym. SPP umożliwia transfer do 50 KB/s

Bi-Directional–dwukierunkowy –wprowadzono dodatkowy bit kierunku sygnalizacji –umożliwia transfer danych 8-bitowym trybie w obu kierunkach. Max transfer to 150 KB/s

EPP –rozszerzony port równoległy, opracowany przez Intel, umożliwia obsługę urządzeń takich jak napędy optyczne, stacje dysków, skanery itp. Max transfer dochodzi do 3MB/s

ECP –rozszerzony tryb portu, opracowany przez Microsoft i HP, umożliwia transfer 3MB/s – do obsługi drukarek i skanerów, ale nie dla urządzeń peryferyjnych dla komputerów przenośnych.

SPP / EPP / ECP

Typ interfejsu	Równoległy
Transfer	do 3 Mb/s
Magistrala	8 bitów
Liczba portów	1
Liczba urządzeń	Jedno na port
Rodzaj złącza 25-pinowego	DB 25

Temat 18. Komputerowe zasilacze impulsowe.

Zasilacz komputera – urządzenie, które służy do przetwarzania napięcia przemiennego dostarczanego z sieci energetycznej (220-240V) na niskie napięcia stałe, niezbędne do pracy pozostałych komponentów komputera. Niektóre zasilacze posiadają przełącznik zmieniający napięcie wejściowe pomiędzy 230V i 115V, inne automatycznie dopasowują się do dowolnego napięcia z tego zakresu.

Obecnie zasilacze komputerowe są dostosowane do standardu ATX. **Włączanie i wyłączenie zasilacza jest sterowane przez płytę główną**, co daje obsługę takich funkcji jak tryb czuwania. Najnowsza wersja standardu ATX dla zasilaczy to 2.31 (z połowy roku 2008).

W komputerach osobistych do zasilacza podłączone są:

płyta główna, dyski twarde, napędy (optyczne, taśmowe, np. CD-ROM, DVD-ROM, Blu Ray, napędy dysków magnetoptycznych, FDD itp.)

Niektóre karty graficzne wymagają podłączenia dodatkowego zasilania (wtyczki PCI-E 6 i 8 pin) inne urządzenia znajdujące się wewnątrz komputera, np. wentylatory czy dodatkowe panele podłączone podobnie jak napędy do wtyku Molex. Do pozostałych podzespołów napięcie z zasilacza jest dostarczone pośrednio od płyty głównej (np. wszelkie karty rozszerzeń, wentylatory procesorów, porty itp.)






Moc znamionowa

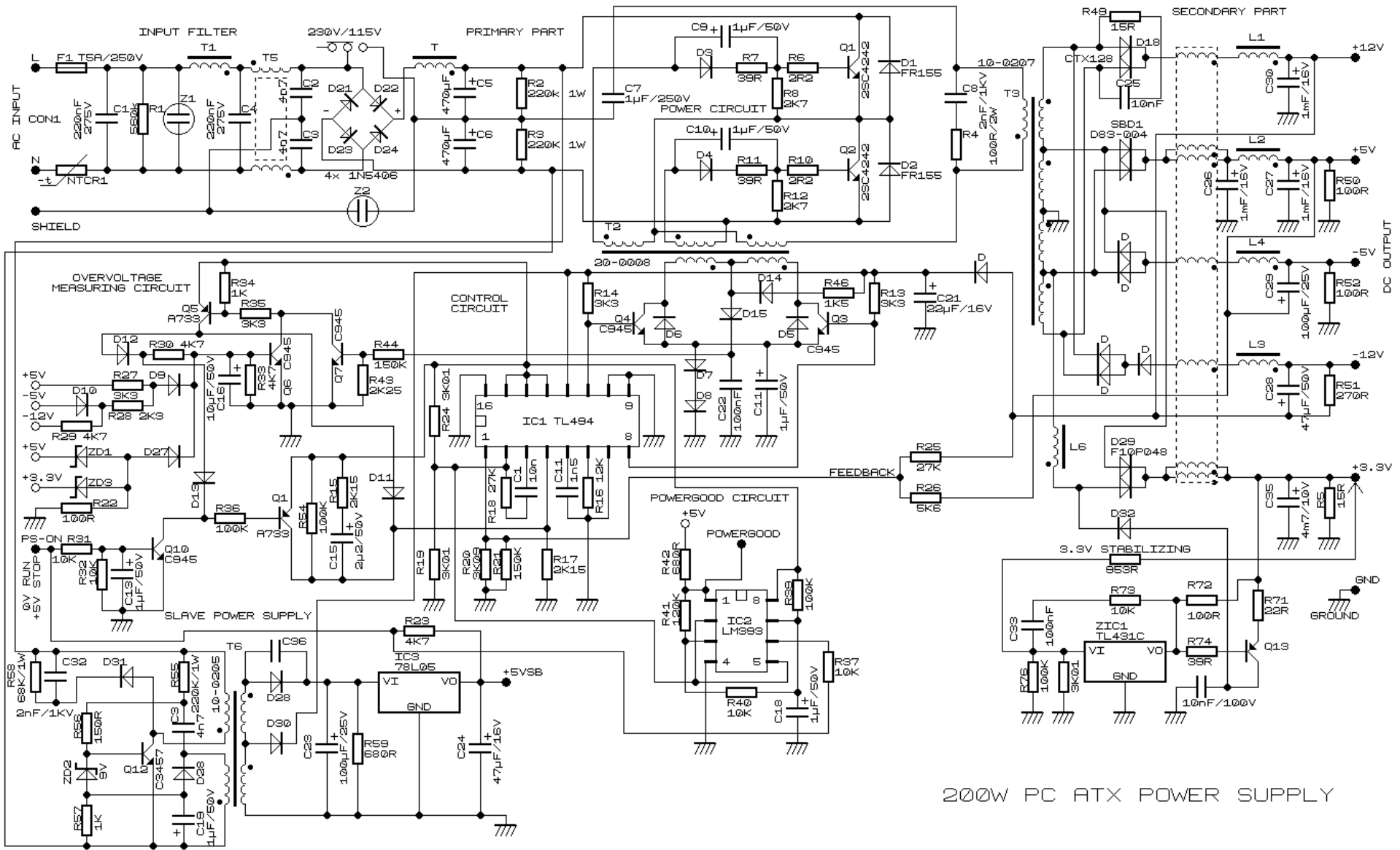
Zasilacze komputerowe są klasyfikowane na podstawie maksymalnej mocy wyjściowej. Typowe zakresy mocy zasilaczy dla komputerów domowych i biurowych wynoszą od 300 W do 500 W (dla komputerów miniaturowych - poniżej 300 W). Zasilacze stosowane w komputerach dla graczy mają moc z zakresu 500-800 W, a w serwerach - od 800 W do 1400 W.



Zasilacz impulsowy - zasilacz, którego zasadniczym elementem jest impulsowa przetwornica napięcia. Zaletą ich jest duża tolerancja na wahania napięć zasilania, niewielkie rozmiary i mała waga, wadą skomplikowana budowa.





Napięcia wyjściowe zasilacza ATX (ang. *Advanced Technology Extended*)





Napięcie	Kolor kabla	Minimum	Maksimum
12 V		11,40 V	12,60 V
5 V		4,75 V	5,25 V
3,3 V		3,14 V	3,47 V



200W PC ATX POWER SUPPLY

Wtyczki i złącza stosowane w zasilaczach ATX

Zdjęcie	Oznaczenie	Ilość pinów	Opis
	MPC (<i>Main Power Connector</i>), P1	20, 24 (ATX v2.2), 20+4	Główna wtyczka zasilacza ATX podłączana do płyty głównej (w starszych zasilaczach AT wtyczka była podzielona na dwie oznaczone P8 i P9). Obecny standard ATX przewiduje 24 piny. Część zasilaczy jest wyposażonych w złącze 24-pinowe, które można rozłączyć na dwie części (20+4 piny) i wykorzystać ze starszymi płytami o gnieździe 20-pinowym. Niektóre zasilacze ATX posiadają dwie wtyczki - 20-pinową i 4-pinową, które można podłączyć jednocześnie do gniazda 24-pinowego.
	ATX12V / EPS12V (4-pin), oznaczana P4	4	Druga wtyczka podłączana do płyty głównej (poza 24-pinową P1), dostarczająca napięcia zasilające dla procesora. Pojawiła się z powodu wymagań prądowych nowych procesorów firmy Intel.
	ATX12V / EPS12V (8-pin)	8	Rozszerzona wersja wtyczki ATX12V/ESP12V 4-pin, która pojawiła się wraz z wprowadzeniem chipsetu Intel 975. Stosowane w płytach serwerowych i komputerach profesjonalnych, których procesory pobierają większą moc.
	PCI-E	6/8	Wtyczka zasilająca karty graficzne. Większość nowoczesnych zasilaczy jest wyposażone w 6-pinowe złącze przeznaczone dla kart graficznych PCI Express. Może ono dostarczyć do 75 watów mocy. W najnowszych konstrukcjach wprowadzono złącze 8-pinowe. Ze względu na kompatybilność wstecz stosuje się także złącza 6+2 piny, co pozwala zasilac karty PCI Express z gniazdami zarówno 6 jak i 8-pinowymi.

	<p>AUX lub APC (<i>Auxiliary Power Connector</i>)</p>	<p>6</p>	<p>Używana w starszych płytach głównych, które potrzebowały napięć 3,3 V i 5 V o większym natężeniu prądu. Konieczność jej podłączenia jest zależna od konfiguracji sprzętowej komputera. Usunięta w ATX v2.2.</p>
	<p>Molex</p>	<p>4</p>	<p>Jeden z najstarszych wtyków, wykorzystywany do zasilania dysków twardych i napędów optycznych typu ATA, dodatkowych elementów płyty głównej, kart graficznych i wielu innych urządzeń (np. interfejsów FireWire 800 w postaci kart PCI). Dostarcza napięć +5V i +12V. Złącze to w tej chwili jest coraz rzadziej wykorzystywane, wypierają je wtyki SATA i PCI-E.</p>
	<p>Molex mini</p>	<p>4</p>	<p>Jeden z najmniejszych wtyków, zasilający stacje dyskietek. W niektórych przypadkach dostarcza też dodatkową moc do kart wideo AGP i kart PCIe.</p>
	<p>SATA Connector</p>	<p>15</p>	<p>Wtyczka o 15 pinach zasilająca dyski twarde i optyczne standardu Serial ATA. Dostarcza trzech napięć: +3,3V, +5V i +12V.</p>

Temat 19. Zasilacze awaryjne UPS.

Zadaniem zasilacza awaryjnego UPS zapewnienie idealnego zasilania prądem elektrycznym odbiorników do niego podłączonych bez względu na parametry sieci zasilającej. Po podaniu napięcia zasilającego i uruchomieniu zasilacza, generuje on na wyjściu napięcie zmienne sinusoidalne o stałej amplitudzie i częstotliwości. W czasie normalnej pracy UPS pobiera energię z sieci zasilającej. W przypadku braku napięcia lub wahań wykraczających poza tolerancję zasilacza przełącza się na pracę bateryjną. Wszystkimi czynnościami steruje mikroprocesor, który nieustannie sprawdza parametry napięcia wejściowego (sieciowego), reguluje parametry napięcia wyjściowego (wartość, częstotliwość), kontroluje temperaturę podzespołów elektronicznych (prostownika, falownika, baterii), podłączone obciążenie, sprawność akumulatorów.

Topologia zasilacza UPS wskazuje na ogólny charakter jego konstrukcji. Różni producenci wytwarzają zwykle modele o podobnych konstrukcjach lub topologiach, ale znacznie różniące się charakterystyką działania.

Zasilacze pracujące w trybie off-line – przy sprawnej sieci zasila odbiorniki bezpośrednio z sieci zasilającej, a prostownik ładuje baterie. W momencie zaniku napięcia w sieci zasilającej przełącza się na pracę bateryjną w czasie 2-10 ms. W zależności od zastosowanej przetwornicy wytwarzają napięcie wyjściowe o kształcie prostokątnym lub trapezowym.

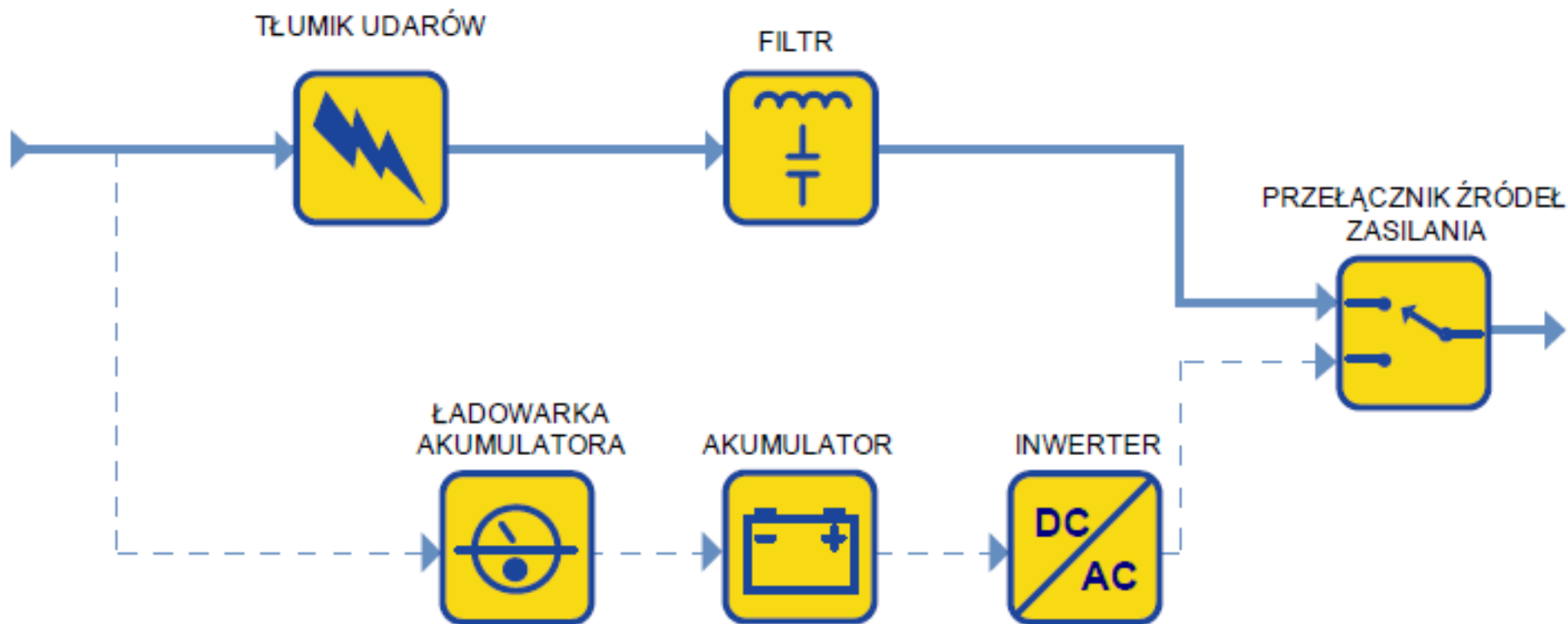
Zaletą tego typu zasilaczy jest wysoka sprawność i proste działanie.

Wadami przenoszenie wszystkich zakłóceń w napięciu sieciowym na wyjście zasilacza (wahania napięcia, zniekształcenia częstotliwości).

Zasilacz UPS z bierną rezerwą („off-line”)

Zasilacz UPS z bierną rezerwą to typ zasilacza najczęściej stosowany do komputerów osobistych. Jak pokazuje schemat blokowy na rysunku 1, przełącznik źródeł zasilania jest ustawiony tak, aby wybierał filtrowane wejście zmiennoprądowe jako główne źródło zasilania (ścieżka oznaczona linią ciągłą), a w przypadku awarii głównego źródła przełączał się na

akumulator i inwerter jako źródło rezerwowe. W takiej sytuacji przełącznik źródeł zasilania musi przełączyć obciążenie na zapasowe źródło zasilania obejmujące akumulator i inwerter (ścieżka oznaczona linią przerywaną). Inwerter jest załączany dopiero w momencie awarii zasilania, stąd nazwa „rezerwowi”. Głównymi zaletami tej konstrukcji są: duża sprawność, niewielkie rozmiary i niskie koszty. Przy właściwych obwodach filtrujących i przeciwudarowych systemy te mogą zapewnić odpowiednie filtrowanie zakłóceń i ochronę przed udarami.



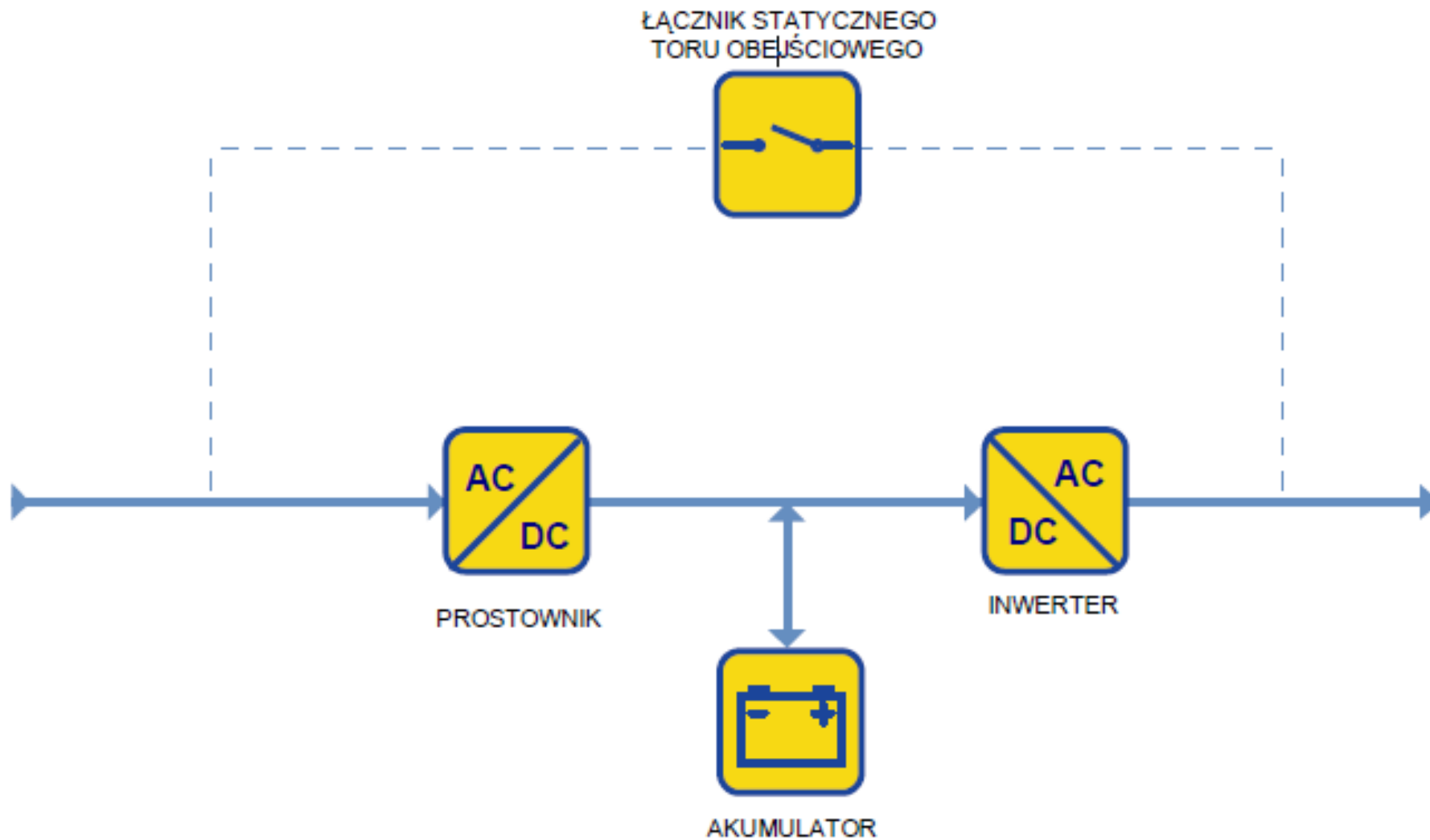
Rysunek 1 – Zasilacz UPS z bierną rezerwą

Zasilacze pracujące w trybie on-line – przystosowane są do pracy ciągłej z podwójnym przetwarzaniem energii, co czyni je prawie idealnym źródłem napięcia przemiennego o stałych parametrach napięcia i częstotliwości wyjściowej. Wartość i częstotliwość napięcia wyjściowego jest w pewnych zakresach regulowana. Zasilacze awaryjne on-line zapewniają ciągłość zasilania odbiorników napięciem zmiennym bez względu na zakłócenia w sieci energetycznej (wahania napięcia, spadki napięcia, zaniki napięcia, zakłócenia częstotliwościowe).

Zasilacz UPS on-line z podwójną konwersją

Jest to najczęściej stosowany typ zasilacza przy mocach powyżej 10 kVA. Schemat blokowy zasilacza UPS on-line z podwójną konwersją, przedstawiony na rysunku 2, wygląda tak jak schemat zasilacza rezerwowego, tyle że główny tor zasilania stanowi inwerter, a nie linia zasilania zmiennoprądowego. W konstrukcji zasilacza on-line z podwójną konwersją awaria zewnętrznego zasilania zmiennoprądowego nie powoduje zadziałania przełącznika źródeł zasilania, ponieważ zasilanie zewnętrzne służy do ładowania zapasowego akumulatora, zasilającego inwerter wyjściowy. Dlatego też jeśli wystąpi awaria zewnętrznego zasilania zmiennoprądowego, dzięki działaniu on-line, przełączenie następuje natychmiast. W tej konstrukcji zarówno układ ładujący akumulator, jak i inwerter przetwarzają całą moc obciążenia, co prowadzi do obniżenia sprawności oraz związanego z tym zwiększonego wytwarzania ciepła.

Zasilacz UPS oferuje niemal idealne parametry elektryczne na wyjściu. Jednak stałe zużycie, jakiemu podlegają poszczególne elementy układu mocy, zmniejsza niezawodność w porównaniu z innymi konstrukcjami, a energia tracona na skutek niższej sprawności elektrycznej stanowi istotny składnik ogólnych kosztów w cyklu użytkowym tych zasilaczy UPS. Ponadto moc wejściowa pobierana przez duży układ ładowania akumulatora ma często charakter nieliniowy i może generować zakłócenia w instalacji zasilania budynku lub powodować problemy z generatorami rezerwowymi.



Rysunek 2 – Zasilacz UPS on-line z podwójną konwersją



Rysunke 3 – Zasilacze awaryjne UPS firmy Schrack Energetechnik

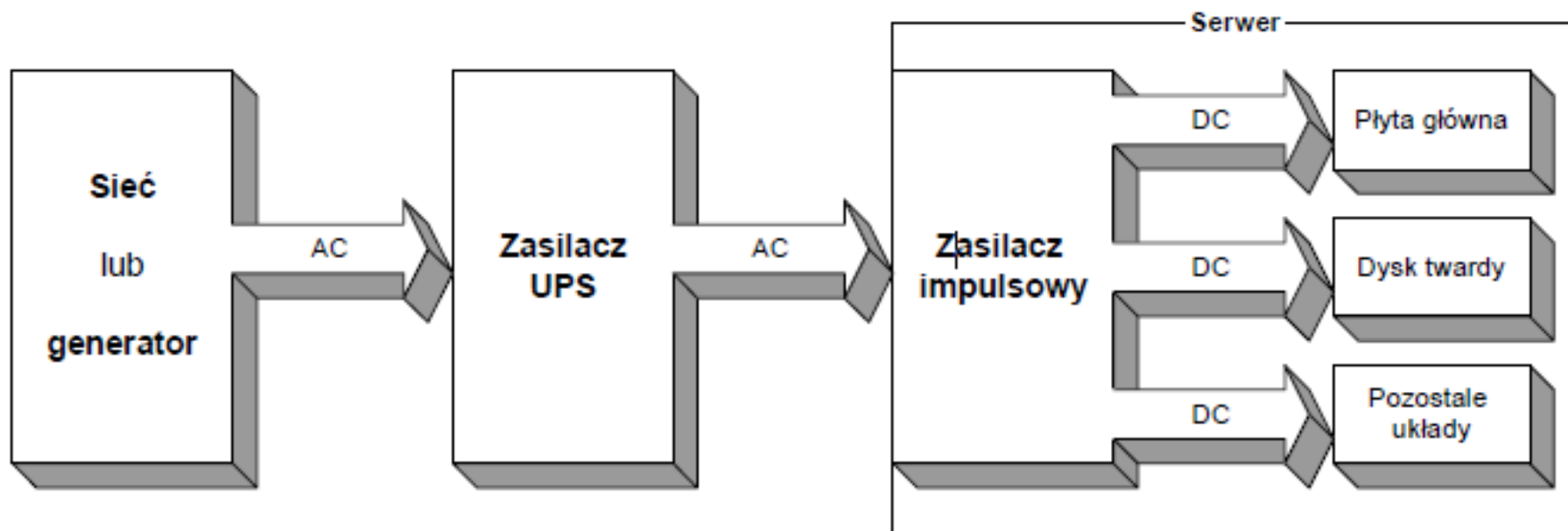
Znajomość wymagań instalacji

Przed podjęciem jakiegokolwiek decyzji dotyczącej typu zasilacza UPS, należy poznać wymagania środowiska, w którym zostanie on zainstalowany oraz wymagania chronionego sprzętu. Znajomość tych podstawowych informacji jest kluczem do podjęcia świadomej decyzji dotyczącej wyboru zasilacza o topologii optymalnej dla danego zastosowania.

Urządzenia IT i zasilanie prądem zmiennym: Energia elektryczna jest zwykle dostarczana w postaci prądu zmiennego z sieci zewnętrznej i agregatów prądotwórczych zasilania rezerwowego. Niemal wszystkie nowoczesne urządzenia IT stosują zasilacze impulsowego (Switch-Mode Power Supply — SMPS).

Zasilacz impulsowy najpierw przekształca prąd zmienny (AC) ze wszystkimi jego niedoskonałościami (skokami napięcia, zniekształceniami sygnału, odchyleniami częstotliwości itp.) w prąd stały (DC). W trakcie tego procesu ładowany jest element magazynujący energię, zwany kondensatorem, który znajduje się pomiędzy wejściem zmiennoprądowym a resztą zasilacza. Kondensator jest ładowany impulsowo dwa razy w ciągu każdego cyklu zmian napięcia, kiedy sinusoida osiąga lub zbliża się do szczytu (zarówno dodatniego, jak i ujemnego), a następnie rozładowywany zgodnie z potrzebami urządzeń znajdujących się za kondensatorem. Kondensator jest zaprojektowany w taki sposób, aby przez cały swój cykl eksploatacji pochłaniać te normalne pulsacje prądu zmiennego wraz ze skokami napięcia. Urządzenia IT mogą, więc działać korzystając ze stabilnego przepływu prądu stałego, a nie pulsującego prądu zmiennego z sieci energetycznej. Obwody mikroelektroniczne wymagają prądu stałego o bardzo niskim napięciu (3,3 V, 5 V, 12 V itd.), zasilacz impulsowy spełnia też inną ważną funkcję — zapewnia separację galwaniczną. Jest to fizyczne rozdzielanie obwodów mające dwa cele. Po pierwsze, bezpieczeństwo — ochrona przed porażeniem prądem. Po drugie — ochrona przed uszkodzeniem sprzętu lub nieprawidłowym działaniem. Zasilacz impulsowy niweluje nie tylko interwały między szczytami sinusoidy wejściowego prądu zmiennego, ale także anomalia i krótkie przerwy w zasilaniu.

Rysunek 4 przedstawia urządzenie IT (serwer) chronione przez zasilacz UPS, oraz wewnętrzne elementy serwera, w tym zasilacz impulsowy.



Temat 20. Chłodzenie i wyciszenie komputera.

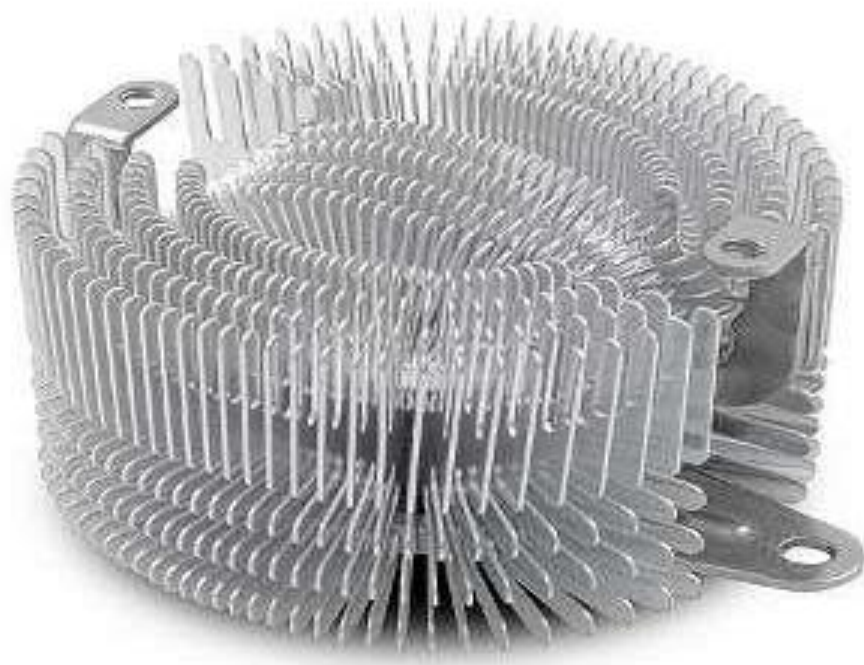
Chłodzenie podzespołów komputera można podzielić na dwa sposoby chłodzenie pasywne i aktywne:

1. **Chłodzenie pasywne**, w którym wymianę ciepła między podzespołem a otoczeniem zapewnia aluminiowy lub miedziany radiator. W tego typu chłodzeniu nie używa się wentylatorów, aby wymusić dodatkowy obieg powietrza. **Chłodzenie pasywne oparte jest na zasadzie konwekcji cieplnej** (naturalnych właściwości rozpraszania się ciepłego powietrza). Z uwagi na brak mechanicznego wspomaganie przepływu powietrza chłodzenie odbywa się na skutek niewielkiego tylko ruchu powietrza i dlatego stosowane w tej metodzie radiatory są większe niż radiatory chłodzące aktywnie (potrzebują większej powierzchni odprowadzającej ciepło absorbowane ze źródła ciepła, aby uzyskać takie same wyniki chłodzenia, jak w wypadku metody aktywnej). Zaletą takiego rozwiązania jest **bezgłośna praca i brak zasilania elektrycznego**. Wadą jest niska wydajność, przez co chłodzenie pasywne nie jest wystarczające, aby schodzić mocno nagrzewające się elementy takie jak procesor CPU.

2. **Aktywne** – chłodzenie, w którym wymianę ciepła między urządzeniem a otoczeniem zapewnia radiator, na którym montuje się wentylator. Zadaniem wentylatora jest wymuszenie obiegu powietrza pomiędzy żeberkami radiatora, co ma znaczący wpływ na spadek temperatury chłodzonych podzespołów. Chłodzenie aktywne jest wprawdzie bardzo wydajne, ale powoduje duży hałas wytwarzany przez wirniki wentylatorów i wymaga dodatkowego zasilania wentylatora.

Ponieważ większość zestawów chłodzących powietrzem pracuje głośno, popularność zyskują połączenia wentylatora z czujnikiem temperatury. Czujnik taki, umieszczany zwykle na radiatorze, mierzy jego temperaturę i w zależności od niej zwiększa lub zmniejsza prędkość obrotową wentylatora. Ze względu na budowę tego zestawu o jego wydajności decydują cztery czynniki: materiał, z którego wykonany jest radiator, wielkość powierzchni radiatora, wydajność wentylatora i temperatura otoczenia - a więc w praktyce wnętrza obudowy komputera. Innym sposobem zmniejszenia hałasu wydzielanego przez wentylator jest zwiększenie jego średnicy oraz zmniejszenie prędkości obrotowej zachowując tą samą wydajność chłodzenia.

Radiator – element wykonany z metalu (aluminium lub miedzi) służący do wymiany ciepła pomiędzy podzespołami komputera takimi jak procesor CPU, procesor karty graficznej GPU, procesor karty muzycznej SPU, chipsety płyty głównej a otoczeniem. Stosuje się go w celu ochrony podzespołów przed zbyt wysoką temperaturę.



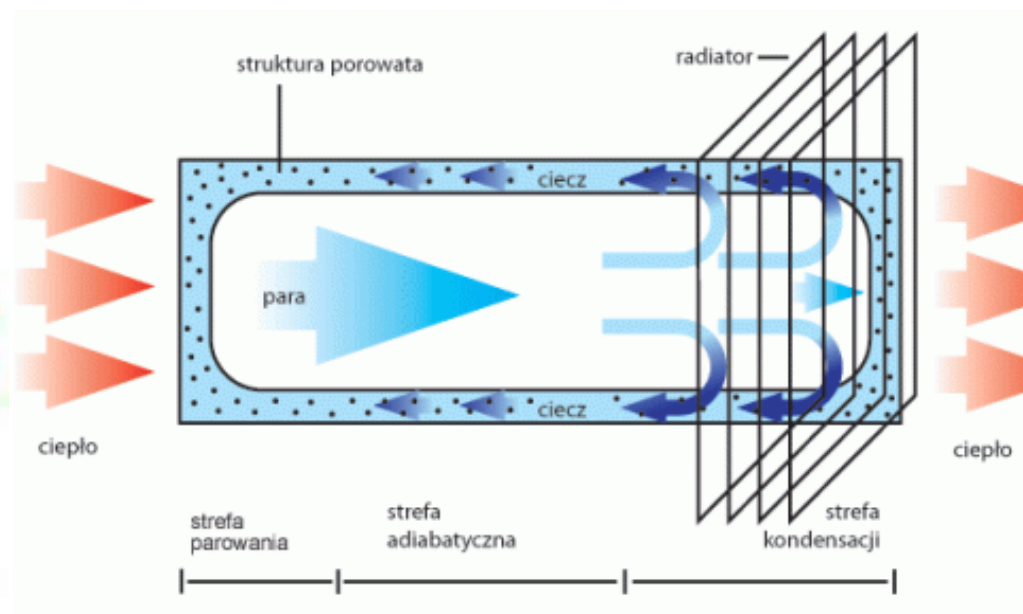
Radiator pasywny – wykonany w całości z aluminium, chłodzący chipset płyty głównej.



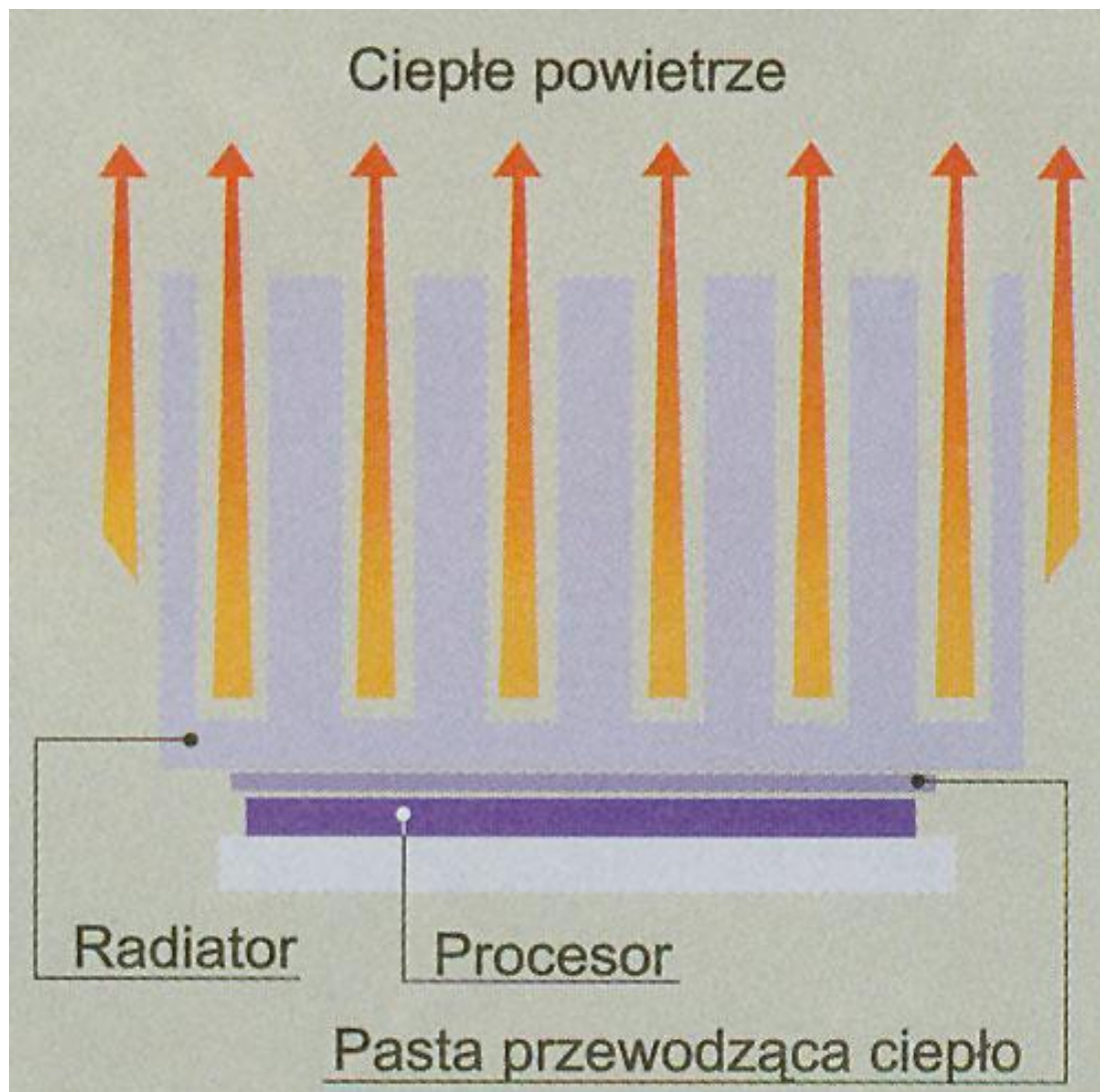
Radiator aktywny aluminiowo – miedziany wykonany z dwóch materiałów w celu zwiększenia wydajności chłodzenia oraz obniżenia ceny. Rozwiązanie to zapewnia lepszą wydajność w porównaniu do radiatorów wykonanych z samego aluminium.



Radiator z ciepłowodami (heat-pipe) wykonany w całości z miedzi. Przewodność ciepła miedzi wynosi $400 \text{ [W/m} \cdot \text{K]}$, co daje wartość dwukrotnie wyższą niż aluminium, dzięki czemu zapewniają szybsze odprowadzanie ciepła. Radiatory miedziane są jednak znacznie droższe i cięższe, co może utrudniać montaż i transport.



Radiatory (heat-pipe) – są bardzo wydajne. Odprowadzają doskonale ciepło dzięki zastosowanym ciepłowodom (ang. heat-pipe). Ciepłowod jest wypełniony cieczą o niskiej temperaturze wrzenia (30 stopni Celsjusza), która zmienia się w parę przenosząc ciepło do radiatora. Rysunek przedstawia sposób działania chłodzenia heat-pipe.



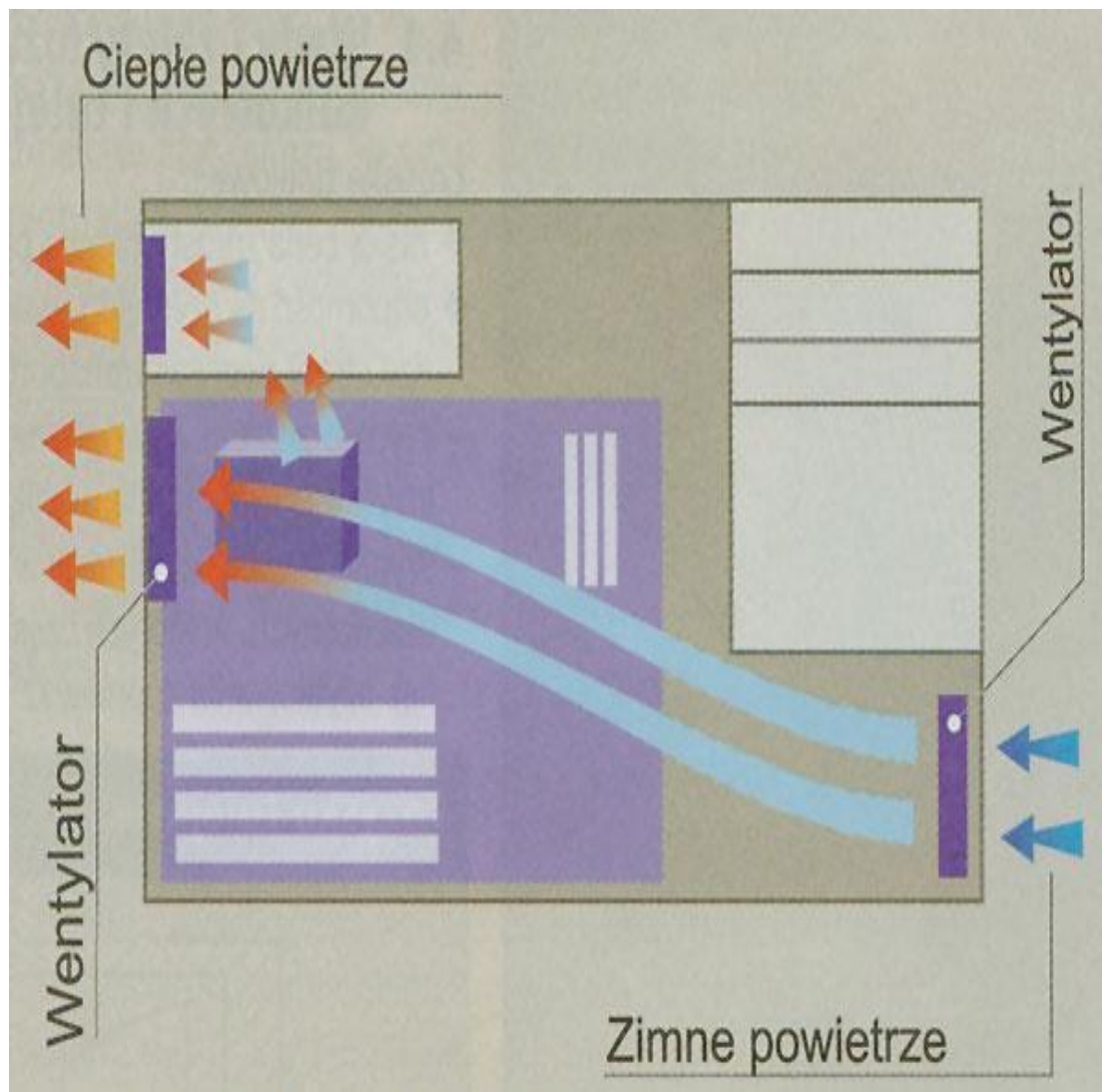
Zasada montażu radiatora.

Powierzchnię pomiędzy radiatorem a procesorem powinna wypełniać pasta termoprzewodząca, której zadaniem jest wypełnienie mikro nierówności na powierzchni radiatora.

Zastosowanie pasty termoprzewodzącej zwiększa wydajność oddawania ciepła z rdzenia procesora do radiatora.

Rodzaje past termoprzewodzących:

1. pasta silikonowa
2. taśma termoprzewodząca
3. Pasta z domieszką srebra
4. Pasta na bazie płynnego metalu
5. Podkładka termoprzewodząca



Cyrkulacja powietrza w obudowie

Obok dobrego zestawu chłodzącego, elementem wpływającym na efektywność chłodzenia procesora jest odpowiednia cyrkulacja powietrza, która polega na stałej wymianie rozgrzanego powietrza wewnątrz obudowy na chłodniejsze z zewnątrz.

Należy pamiętać, że temperatura procesora przy zastosowaniu tradycyjnego zestawu chłodzącego powietrzem - nigdy nie będzie niższa niż temperatura otoczenia (wewnątrz obudowy). Aby zapewnić odpowiednie chłodzenie procesora, trzeba pamiętać o zachowaniu odpowiedniej wymiany ciepłego powietrza wewnątrz obudowy na chłodniejsze z zewnątrz.

Literatura:

Urządzenia techniki komputerowej – Tomasz Kowalski

Pracownia komputerowa - Marcin Szeliga

Różne typy zasilaczy UPS – Neil Rasmussen

Zasilacze UPS firmy Schrack Energietechnik = Tomasz Racki

Porównanie parametrów technicznych zasilaczy UPS on-line i zasilaczy o topologii „Line interactive” – Jeffrwy Samstad,
Michael Hoff

Wikipedia – encyklopedia internetowa

Strona internetowa:

<http://www.pcworld.pl/artykuly/38663/Zestawy.chlodzace.html>

<http://www.smart.internetowo.net.pl/index.php?page=chlodzenie-komputera>

Opracował Mirosław Ruciński
e-mail: nauczyciel.zsen@gmail.com