

TROLEJBUSOWY NAPĘD ASYNCHRONICZNY ENI-ZNAP/TB/165

z pakietem modernizacyjnym

Napęd asynchroniczny ENI-ZNAP/TB/165 z pakietem modernizacyjnym jest przeznaczony do stosowania przy modernizacji i budowie trolejbusów.

Podstawowe korzyści płynące z eksploatacji napędu asynchronicznego ENI-ZNAP/TB/165



Trolejbus PKT-Gdynia zbudowany z wykorzystaniem podzespołów autobusu miejskiego Mercedes 405, wyposażony w napęd asynchroniczny ENI-ZNAP/TB/165.

- brak odczuwalnego zestopniowania hamowania i rozruchu.
- skuteczna realizacja funkcji hamowania elektrodynamicznego dzięki sterowaniu wektorowemu:
 - hamowanie aż do osiągnięcia prędkości obrotowej silnika równej 0,
 - redukcja kosztów wymiany okładzin szczęk (klocków) hamulcowych,
- znaczna redukcja nakładów na pracę i materiały związane z wymianą i konserwacją styków, komór gaszeniowych, połączeń podatnych i elementów mechanicznych w stosunku do napędu tradycyjnego,
- zastąpienie wielu awaryjnych aparatów elektromechanicznych układami elektronicznymi,
- ograniczenie czynności konserwacyjnych przy silniku asynchronicznym (brak komutatora i układu szczotek węglowych) do okresowej wymiany łożysk i czyszczenia otworów wentylacyjnych,
- odczuwalne oszczędności kosztów zakupu energii trakcyjnej wynikających z rekuperacji oraz wyższych sprawności urządzeń,
- zmniejszenie pracochłonności i uproszczenie przeglądów okresowych z jednoczesnym wzrostem przebiegów między nimi,
- zdolność układu do częstego i znacznego przeciążania silnika. Właściwość ta umożliwia jazdę z dużą dynamiką,
- dostarczane oprogramowanie umożliwia pozyskanie i długookresową rejestrację informacji o energii pobranej i oddanej do sieci,
- możliwość regulacji przez użytkownika parametrów pracy napędu:
 - ABS,
 - napięcie rekuperacji,
 - prędkość jazdy awaryjnej,
 - prędkość jazdy nawrotnej,
 - możliwość dostosowania do warunków lokalnych parametrów układu ASR.

Opis napędu asynchronicznego ENI-ZNAP/TB/165

Układ ENI-ZNAP/TB/165 stanowi kompletny zespół urządzeń umożliwiający:

- napędzanie i hamowanie trolejbusu (również odzyskowe) z zachowaniem wysokiej sprawności, dynamiki i niezawodności,
- dostarczanie napięć 24VDC i 3x400VAC do zasilania obwodów pomocniczych,
- zapewnienie wysokiego komfortu pracy kierowcy trolejbusu poprzez układ klimatyzowanie jego kabiny,
- zapewnienie komfortu podróży poprzez nagrzewanie przestrzeni pasażerskich,
- zaawansowane funkcje diagnostyczne i serwisowe
- monitoring zużycia energii
- jazda autonomiczna przy zasilaniu z pokładowej baterii akumulatorów (opcja)

Zakres dostaw układu obejmuje następujące główne podzespoły:

- Falownik napędu ENI-FN 600/165/G
- Przetwornica główna ENI-PTL 600/21/G
- Przetwornica separująca ENI-PTL 24/24DCSG
- Sterownik PLC trolejbusu ENI-PLC/3U/8M zabudowany na tablicy SNT
- Panel operatorski ENI-PO800/480
- Nagrzewnica kabiny kierowcy ENI-NN600/3-1/G
- Nagrzewnice przedziału pasażerskiego ENI-NN600/3-1/G – 2 szt.
- Tablice styczników i zabezpieczeń – TPS, CT1115, WTS, TSPB, SNF
- Zasobnik baterii 60STH800 firmy SAFT (opcja)
- Dławik wejściowy falownika ED1W-2,9/170
- Rezystor hamowania RHEN/G
- Agregat klimatyzacyjny CC4E
- Manipulatory rozruchu i hamowania

Obwody silnoprądowe

Elementy obwodów silnoprądowych trolejbusu będące w zakresie dostaw układu ENI-ZNAP/TB/165 rozmieszczone są na 5 tablicach przystosowanych do montażu w istniejących wolnych przestrzeniach trolejbusu. Na tablicach zamontowano kompletne, niezbędne wyposażenie – Użytkownik po mechanicznym zamontowaniu tablic musi je jedynie połączyć elektrycznie według dostarczonego schematu opisanego w punkcie 1.2.

Sterowanie, wizualizacja i diagnostyka

Funkcje sterowniczo – wizualizacyjne pełnią dwa główne elementy:

- Sterownik PLC trolejbusu ENI-PLC/3U/8M zabudowany na tablicy SNT. Sterowanie realizowane na podstawie odczytu stanu wejść cyfrowych, wartości wejść analogowych (manipulatory gazu i hamulca) i komunikatów przesyłanych przez magistralę CAN. Wynikiem realizacji algorytmu jest oddziaływanie na urządzenia wykonawcze poprzez wyjścia cyfrowe oraz wysyłanie stosownych komunikatów przez magistralę CAN do pozostałych urządzeń wykonawczych.
- Panel operatorski ENI-PO800/480 wizualizacja i diagnostyka realizowana na podstawie danych otrzymanych przez magistralę CAN.

Falownik Trolejbusowy ENI-FN600/165/G

ZASTOSOWANIE

Falownik trolejbusowy ENI-FN600/165/G służy do zasilania napięciem przemiennym o regulowanej częstotliwości asynchronicznego silnika trakcyjnego. Falownik posiada własny sterownik mikroprocesorowy, pracujący pod nadzorem Sterownika Napędu Trolejbusu SNT, z którym komunikuje się poprzez magistralę CAN.

DANE TECHNICZNE

Znamionowe napięcie zasilania:	600 V DC
Zakres zmienności napięcia zasilania:	380 ÷ 750 V DC
Znamionowe napięcie wyjściowe:	3x400 V 50 Hz
Częstotliwość wyjściowa:	0 ÷ 200 Hz
Znamionowa moc wyjściowa:	165 kW
Maksymalna moc wyjściowa:	320 kW
Maksymalna chwilowa amplituda prądu:	500 A
Komunikacja ze sterownikiem napędu:	magistrala CAN
Chłodzenie:	powietrzne, wymuszone
Stopień ochrony obudowy:	IP54
Masa:	ok. 140 kg



DZIAŁANIE

Falownik zamienia napięcie sieci trakcyjnej prądu stałego na napięcie przemiennie o regulowanej amplitudzie i częstotliwości. Pozwala na zmianę kierunku wirowania silnika trakcyjnego (jazda przód/tył) bez użycia styczników rewersyjnych. Umożliwia on również zwrot energii kinetycznej hamującego pojazdu do sieci trakcyjnej lub po przekroczeniu ustalonego progu wytracanie jej w rezystorze hamowania.

Układ sterujący realizuje algorytm sterowania wektorowego polegający na jednoczesnym pośrednim sterowaniu momentem i strumieniem wirnika silnika trakcyjnego. Wykorzystanie tego algorytmu regulacji pozwoliło na osiągnięcie bardzo dobrych właściwości trakcyjnych w stanach dynamicznych oraz optymalne wykorzystanie falownika.

Przetwornica Główna ENI-PTL600/21/G

ZASTOSOWANIE

Przetwornica statyczna ENI-PTL600/21/G przeznaczona jest do zasilania napięciem stałym 24V obwodów pomocniczych oraz sterowania, wytwarzania napięcia trójfazowego 3x400V 50Hz do zasilania sprężarki tłokowej i pompy wspomaganie układu kierowniczego trolejbusu. Przetwornica przeznaczona jest również do ładowania prądem stałym baterii jazdy awaryjnej oraz do wytwarzania napięcia trójfazowego 3x400V 50Hz (do zastosowań j.w.) z baterii jazdy awaryjnej. Przetwornica daje możliwość bieżącego monitorowania stanu pracy oraz parametrów pracy przy pomocy panelu operatorskiego podłączonego do sieci CAN.

DANE TECHNICZNE

Znamionowe napięcie zasilania:	600 V DC
Zakres zmienności napięcia zasilania:	380 ÷ 750 V DC
Wyjście AC 1 zasilanie pompy wspomaganie	
Znamionowe napięcie wyjściowe:	3x400 V 50 Hz
Znamionowy prąd przewodowy:	5A
Przeciążalność wyjścia:	300 % w czasie 1 sek.
Rozruch	U/f=const. o nastawialnym czasie w zakresie 1-4 sek.
Podtrzymanie pracy	przy zaniku napięcia trakcyjnego z akumulatorów pojazdu o nastawialnym czasie w zakresie 1-15 sek.
Zabezpieczenia	przed przeciążeniem oraz zwarcie
Wyjście AC 2 zasilanie sprężarki tłokowej	
Znamionowe napięcie wyjściowe:	3x400 V 50 Hz
Znamionowy prąd przewodowy:	7,5A
Przeciążalność wyjścia:	300 % w czasie 1 sek.
Rozruch	U/f=const. o nastawialnym czasie w zakresie 1-4 sek.
Zabezpieczenia	przed przeciążeniem oraz zwarcie
Dodatkowe separowane wyjście 230 V AC o mocy 1kVA wytwarzane z wyjścia AC 2	

Wyjście DC 24 V	
Znamionowe napięcie wyjściowe:	27,8 ± 0,5V
Napięcie nominalne:	24 V DC
Znamionowy prąd wyjściowy:	180A
Zabezpieczenia	przez zwarcie zacisków wyjściowych
Wyjście DC 80 V	
Znamionowe napięcie wyjściowe:	93 ± 0,5V
Napięcie nominalne:	80 V DC
Znamionowy prąd wyjściowy:	16A
Zabezpieczenia	przez zwarcie zacisków wyjściowych
Komunikacja ze sterownikiem napędu:	Magistrala CAN
Chłodzenie:	Powietrzne, wymuszone
Stopień ochrony obudowy:	IP54
Masa:	ok. 180 kg

BUDOWA

Przetwornica posiada szczelną obudowę wykonaną z blachy aluminiowej i pomalowaną proszkowo. Przetwornica przeznaczona jest do zabudowy na dachu pojazdu. Na dwóch bocznych przeciwległych ścianach prostopadłych do kierunku jazdy umieszczone są osłonięte aluminiowe radiatory odprowadzające ciepło z elementów półprzewodnikowych. Przyłącza wysokiego i niskiego napięcia znajdują się na bocznej ścianie obudowy przetwornicy, równoległej do kierunku jazdy. Górna ściana obudowy jest wykonana w postaci otwieranej pokrywy zamykanej na cztery zamki, co umożliwi wygodny dostęp do przetwornicy. Na pokrywie zamocowany jest ekran przeciwsłoneczny.

Wewnątrz obudowy umieszczono kompletny układ przetwornicy składający się z sześciu torów:

- tor przetwarzający napięcie sieci na napięcie pośredniczące 600 V DC
- tor przetwarzający napięcie pośredniczące na napięcia wyjściowe 3x400 V 50Hz
- tor przetwarzający napięcie pośredniczące na napięcie wyjściowe 24 V DC
- tor przetwarzający napięcie pośredniczące na napięcie wyjściowe 80 V DC
- tor przetwarzający napięcie akumulatorów pojazdu na napięcie pośredniczące 600 V DC
- tor przetwarzający napięcie baterii jazdy awaryjnej na napięcie pośredniczące 600 V DC

OPIS DZIAŁANIA

Napięcie zasilające przetwornicę podawane jest przez filtr wejściowy do falownika wytwarzającego napięcie pośredniczące 600 V DC.

Transformator zasilany z falownika zapewnia separację galwaniczną pomiędzy siecią zasilającą, a obwodami wyjściowymi przetwornicy. Napięcie z transformatora po wyprostowaniu i odfiltrowaniu podawane jest na falowniki wyjściowe wytwarzające napięcia AC, falownik toru 24 V DC oraz falownik toru 80 V DC.

Falowniki napięć 3x400 V 50 Hz wytwarzają napięcia sinusoidalne wygładzane filtrami sinus. Dodatkowo z wyjścia AC 1 poprzez transformator wytwarzane jest napięcie 230 V AC, służące do zasilania wentylatorów w przetwornicy.

Falownik toru 24 V DC zasila transformator z rdzeniem ferrytowym. Transformator zapewniający separację galwaniczną tego wyjścia od pozostałych obwodów przetwornicy. Napięcie z transformatora po wyprostowaniu i odfiltrowaniu podawane jest do wyjścia 24V DC.

Falownik toru 80 V DC, zasila transformator z rdzeniem ferrytowym. Transformator zapewniający separację galwaniczną tego wyjścia od pozostałych obwodów przetwornicy. Napięcie z transformatora po wyprostowaniu i odfiltrowaniu podawane jest do wyjścia 80V DC.

Przetwornica realizuje funkcję chwilowego podtrzymania pracy wyjścia AC 1 przy zaniku napięcia trakcyjnego. Powyższą funkcję realizuje falownik wytwarzający napięcie pośredniczące 600 V DC z akumulatorów pojazdu.

Przetwornica realizuje także funkcję zasilania wyjść AC1 i AC2 z baterii jazdy awaryjnej przy braku napięcia sieci trakcyjnej.



Panel Operatorski ENI-PO800/480

ZASTOSOWANIE

Panel operatorski ENI-PO800/480 służy do wizualizacji stanów pracy, zadawania parametrów pracy oraz archiwizacji wybranych parametrów trolejbusu, falownika i przetwornicy. Panel operatorski pozwala na odczytywanie danych archiwalnych za pomocą zwykłej pamięci masowej USB - „pen drive”, pobrane dane odczytywane są w postaci pliku otwieralnego np. za pomocą arkusza kalkulacyjnego Microsoft Excel. Informacje – zarówno wyświetlane na ekranie panelu jak i archiwizowane w pamięci nieulotnej przedstawiane są za pomocą przełączanych wyświetlanych ekranów.

DANE TECHNICZNE

Znamionowe napięcie zasilania	24 VDC
Wyświetlacz	typ: matryca TFT , 262 tysiące kolorów wymiar: 7" (152.40 (W) x 91.44 (S) mm) rozdzielczość: 800x480 pikseli
Oddziaływanie operatora	- ekran dotykowy - 4 klawisze funkcyjne
Interfejsy komunikacyjne	- CAN - USB (zgrywanie danych archiwalnych na urządzenie magazynujące typu "PenDrive")
Wymiary	- 250 x 150 x 73 mm (szer. x wys. x gł.)



OPIS DZIAŁANIA

Panel ENI-PO800/480 wyświetla informacje otrzymane po magistrali CAN dotyczące wszystkich głównych urządzeń wchodzących w skład napędu, tj.:

- przetwornicy (prądy, napięcia, stopień naładowania baterii, diagnostyka)
- falownika (prądy, napięcia, diagnostyka)
- stanów aparatury stykowej (potwierdzenia załączenia)
- wartości pomiarów analogowych (prądy, napięcia, zadajniki)

Ponadto panel posiada rozbudowane funkcje archiwum błędów i pomiaru energii zużytej przez trolejbus.

Pozostałe główne elementy napędu asynchronicznego ENI-ZNAP/TB/165N

APARATURA ELEKTRYCZNA

Aparatura elektryczna dostarczana wraz z napędem asynchronicznym ENI-ZNAP/TB/165 stanowi komplet wyposażenia niezbędnego do prawidłowego funkcjonowania napędu trolejbusu. Aparatura elektryczna umieszczona jest na tablicach gabarytowo dopasowanych do przestrzeni przeznaczonych na zabudowę. W skład układu wchodzi następujące tablice:

- tablica TPS – przetwornicy separującej
- tablica styczników CT1115
- tablica bezpieczników
- tablica styczników i zabezpieczeń TSPB
- tablica styczników TSNF
- tablica SNT

Pracą trolejbusu zarządza sterownik PLC ENI-PLC3U/8M umieszczony na tablicy SNT, oddziaływający na podzespoły układu poprzez wejścia i wyjścia cyfrowe, analogowe oraz poprzez dwie magistrale komunikacyjne CAN:

- CAN 1 – komunikacja z falownikiem napędu
- CAN2 – komunikacja z przetwornicą i panelem operatorskim



Tablica sterownika napędu trolejbusu-SNT

SILNIK ASYNCHRONICZNY STDa 280 6B

Indukcyjny silnik asynchroniczny STDa 280 6B w połączeniu z falownikiem przeznaczony jest do napędzania oraz hamowania trolejbusu. Silnik jest wyposażony w dwukanałowy czujnik temperatury

Moc	165 kW
Napięcie	400 V
Prąd znamionowy	293 A
Częstotliwość znamionowa	60 Hz
Moment znamionowy	1330 Nm
Sprawność	94,4 %



REZYSTOR HAMOWANIA

Rezystor hamowania RHEN/G służy do zamiany energii elektrycznej powstałej w wyniku hamowania trolejbusu w ciepło, które oddawane jest do otoczenia. Konstrukcja rezystora umożliwia jego montaż na dachu trolejbusu.

Zespół rezystorów stanowiący rezystor RHEN/G został zabudowany w skrzyni wykonanej z cynkowanej blachy stalowej. Skrzynia posiada z przodu i z tyłu kratownicę umożliwiającą przepływ powietrza w trakcie jazdy trolejbusu i tym samym chłodzenie zamontowanych wewnątrz rezystorów.



Przetwornica Separująca ENI-PTL24/24DCSG

ZASTOSOWANIE

Zasilanie wyodrębnionych obwodów instalacji pokładowej trolejbusu (24 V DC), wymagających podwójnej izolacji od sieci trakcyjnej.

DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilania	24 ± 6V DC
Napięcie wyjściowe	24 ± 1V DC
Prąd wyjściowy znamionowy	35A
Prąd wyjściowy maksymalny	45A
Zabezpieczenie przed skutkami, przeciążenia i zwarcia wyjścia oraz przepięć w sieci zasilającej	
Separacja galwaniczna pomiędzy wejściami, a wyjściem oraz obwodem elektrycznym, a obudową.	
Napięcie probiercze izolacji	2,5kV / 50Hz / 1min
Stopień ochrony obudowy	IP43
Masa	19kg



BUDOWA

Przetwornica posiada szczelną obudowę wykonaną z blachy stalowej ocynkowanej i malowanej proszkowo. Tylną ścianę obudowy stanowi radiator odprowadzający ciepło z elementów półprzewodnikowych przetwornicy. Przednią ścianę obudowy wykonano w postaci pokrywy zamykanej na cztery specjalne zamki, co umożliwia wygodny dostęp do wnętrza przetwornicy. Do podłączenia przewodów zasilających służą zaciski śrubowe umieszczone w hermetycznej puszcze na prawym boku obudowy.

Przewody wyjściowe podłącza się do zacisków śrubowych umieszczonych w puszcze przyłączeniowej na lewym boku obudowy.

Do mocowania przetwornicy służą dwa wsporniki znajdujące się w dolnej części obudowy.

OPIS DZIAŁANIA

Przetwornica przetwarza napięcie zasilania zmieniające się w granicach 18-30V DC na stabilizowane napięcie wyjściowe 24V, niezależne od zmian obciążenia z zachowaniem separacji galwanicznej. Napięcie zasilające poprzez filtr wejściowy podawane jest do falownika.

Napięcie przemiennie wytwarzane w falowniku podawane jest do uzwojeń pierwotnych w.cz. Obniżone napięcie przemiennie otrzymane na uzwojeniach wtórnych transformatora kierowane jest do prostownika, skąd przez filtr wyjściowy LC i przetwornik kontrolujący prąd podawane jest do zacisków wyjściowych.

KLIMATYZATOR TROLEJBUSOWY KLIT 600/1 - PAKIET MODERNIZACYJNY

ZASTOSOWANIE

Klimatyzator KLIT 600/1 jest przeznaczony do schładzania powietrza w kabinie kierowcy trolejbusu.

DANE TECHNICZNE

Napięcie zasilania obwodu głównego	420 ÷ 900 V DC
Napięcie zasilania sterowania	20 ÷ 28V DC
Pobór prądu z sieci pokładowej 24V DC	1 A
Znamionowa moc chłodnicza	3,5 kW
Czynnik chłodniczy	R 134a
Strumień powietrza chłodzącego	max 550 m ³ /h
Regulacja intensywności nadmuchu	ręczna, 3 stopniowa
Masa	ok. 90 kg



BUDOWA

Klimatyzator składa się z dwóch zasadniczych części: agregatu chłodniczego i przetwornicy zasilającej, mocowanych na wspólnej ramie na dachu pojazdu, nad kabiną kierowcy. Napięcia zasilające są doprowadzane przewodami do hermetycznej puszkii przyłączeniowej umieszczonej na bocznej ścianie przetwornicy. Panel manipulacyjny zawierający wyłącznik, przełącznik intensywności nadmuchu i kierownice strumienia schłodzonego powietrza jest umieszczony w suficie kabiny.

OPIS DZIAŁANIA

Ciepłe powietrze znajdujące się w kabinie prowadzącego jest zasysane do klimatyzatora przez dwie dmuchawy. Po schłodzeniu i osuszeniu w parowniku jest ono ponownie wprowadzane do kabiny. Powstający przy tym kondensat wody jest usuwany na zewnątrz przez otwór odpływowy, podobnie jak woda deszczowa, która dostała się do klimatyzatora. Podczas pracy obieg chłodniczy jest kontrolowany przez wyłącznik przeciwołobodzeniowy i wyłącznik ciśnieniowy, które oddziałują na silnik sprężarki. Zasilanie agregatu chłodniczego może zapewniać specjalizowana przetwornica, a podczas krótkotrwałych zaników napięcia trakcyjnego – bateria akumulatorów znajdująca się w klimatyzatorze. Brak napięcia trakcyjnego trwający dłużej niż 7s powoduje wyłączenie klimatyzatora, który pozostaje w stanie czuwania.

Przetwornica zasilająca zapewnia separację galwaniczną pomiędzy siecią trakcyjną, a agregatem chłodniczym. Załączanie klimatyzatora i nastawianie intensywności nadmuchu powietrza w kabinie następuje przy pomocy przełączników zlokalizowanych na panelu manipulacyjnym

Nagrzewnica ENI-NN600/3-1/G - PAKIET MODERNIZACYJNY

ZASTOSOWANIE

Nagrzewnica ENI-NN600/3-1/G jest przeznaczona do ogrzewania wnętrza trolejbusu strumieniem podgrzanego powietrza.

DANE TECHNICZNE

Znamionowe napięcie grzewcze:	600V DC
Zmienność napięcia grzewczego:	420 ÷ 850V DC
Znamionowa moc grzewcza:	3kW (możliwość stopniowania mocy 1kW, 2kW, 3kW poprzez załączanie sekcji grzałek)
Znamionowe napięcie sterowania:	24V DC
Zmienność napięcia sterowania:	16,8 ÷ 30V DC
Wydajność wentylatorów:	max 360m ³ /h
Dwustopniowe zabezpieczenie przed przegrzaniem	
Zdolność łączeniowa czujników temperatury:	5A, 110VDC
Maksymalna temperatura powietrza na wylocie:	60°C
Separacja galwaniczna między obwodem grzewczym, a obudową (izolacja dwustopniowa)	
Napięcie probiercze izolacji:	4kV / 50Hz / 1min
Stopień ochrony obudowy:	IP20
Masa:	ok. 7,6 kg
Pozycja pracy:	pozioma lub pionowa

BUDOWA

Nagrzewnica posiada prostopadłościenną obudowę wykonaną z blachy stalowej nierdzewnej. Wewnątrz umieszczono zespół rurkowych elementów grzewczych, dwa wentylatory wymuszające strumień powietrza, czujniki zabezpieczenia termicznego i dwie listwy przyłączeniowe – dla obwodu grzewczego i obwodu sterowania.



Wloty wentylatorów zabezpieczone są kratkami przed dostaniem się ciał obcych, natomiast na wylocie umieszczono płaskie kierownice formujące strumień gorącego powietrza.

Na tylnej ścianie znajdują się dławice służące do wprowadzania przewodów zasilających i sterowania. Do mocowania nagrzewnicy w pozycji poziomej pod siedzeniem pasażera służą dwa uchwyty wsuwane w prowadnice.

OPIS DZIAŁANIA

Źródłem ciepła w nagrzewnicy są rurkowe elementy grzewcze podzielone na dwie sekcje; jedna o mocy 1kW, druga o mocy 2kW, dzięki temu poprzez odpowiednie przełączenie zasilania poszczególnych sekcji można stopniować moc nagrzewnicy. Strumień powietrza omywającego grzałki, wytwarzają dwa wentylatory osiowe. Czujniki zabezpieczenia termicznego podczas normalnej pracy nagrzewnicy mają zwarte styki i zezwalają na załączenie stycznika (lub styczników) podającego napięcie do obwodu grzewczego. Wzrost temperatury wewnątrz do 70°C np., na skutek zastąpienia wlotu (wylotu) lub zatrzymania wentylatora powoduje rozwarcie styków czujnika temperatury, otwarcie stycznika ogrzewania i odłączenie napięcia od obwodu grzewczego.