



KUBARA LAMINA

05-500 Piaseczno, ul. Puławska 34
tel.: +48 22 756 76 60, +48 22 398 91 42
fax: +48 22 757 07 28, +48 22 750 08 84
e-mail: sekretariat@kubaralamina.com

Dokumentacja Techniczno - Ruchowa Wzmacniacza mikrofalowego TLA-1370



Piaseczno, czerwiec 2022r.

Wytwórca, dane adresowe

KUBARA LAMINA S.A.

Ul. Puławska 34, 05-500 Piaseczno

tel.: +48 22 756 76 60, +48 22 398 91 42

fax: +48 22 757 07 28, +48 22 750 08 84

e-mail: sekretariat@kubaralamina.com

Oznaczenie

Dokumentacja Techniczno – Ruchowa Wzmacniacza
Mikrofalowego TLA-1370

Wydanie

1/2022

Data

03.06.2022

Dokumentacja Techniczno – Ruchowa

IT-CBR-107

Stopień ochrony zapewniany przez obudowę

IP61 (wg PN-EN 60529)

Dokumenty Związane**Informacje o zmianach****Wydanie****Data wydania****Karta zmian**

Opracował

Radosław Łożyński

Sprawdził

Paweł Majewski

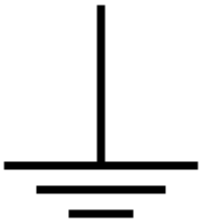



Zatwierdził

Mariusz Błażejewicz

Spis treści

1	Ostrzeżenia	4
2	Przeznaczenie	5
3	DANE TECHNICZNE	5
3.1	Zasilanie	5
3.2	Parametry wzmacniacza mikrofalowego	5
4	WARUNKI INSTALACJI	6
5	INSTRUKCJA OBSŁUGI	10
5.1	Przygotowanie wzmacniacza do pracy	10
5.2	Wyłączenie wzmacniacza	12
5.3	Diagnostowanie niesprawności wzmacniacza	13
6	Tabela uszkodzeń	14
7	OPIS KONSTRUKCJI	15
7.1	Konstrukcja mechaniczna	15
7.2	Zespół mikrofalowy	16
7.2.1	Wzmacniacz Sterujący	17
7.2.2	Układ Podziału Mocy 1:12	18
7.2.3	Wzmacniacze Mocy	19
7.2.4	Układ Sumowania Mocy 12:1	20
7.2.5	Tor Falowodowy	21
7.3	Zespół zasilania	22
7.3.1	Zasilacz główny	22
7.3.2	Zasilacz pomocniczy	23
7.4	Zespół sterowania, monitorowania i zabezpieczeń	23
7.4.1	Układ pomiarowo-sterujący	23
7.4.2	Odczyty stanu	23
7.4.3	Zabezpieczenia	23
7.4.4	Interfejs zdalnego sterowania	24
8	Pomiary	25
8.1	Załączenie szafy w trybie serwisowym	25
8.2	Układ do pomiaru temperatury	25
9	SCHEMAT ELEKTRYCZNY	26
10	SCHEMATY PŁYTEK ELEKTRONICZNYCH	27
11	WYKAZ ELEMENTÓW (do płytek elektronicznych)	28
12	KARTY KATALOGOWE PODZESPOŁÓW	29

1 Ostrzeżenia

	<p>Nie dopuszczalne jest uruchomienie wzmacniacza bez podłączenia przewodu PE</p>
	<p>W układzie wzmacniacza występuje napięcie do 400VAC niebezpieczne dla zdrowia i życia!!!</p>
	<p>Do obsługi wzmacniacza może przystąpić osoba, która została przeszkolona i przeczytała instrukcje obsługi.</p>
	<p>Prace serwisowe mogą być wykonywane jedynie przez wykwalifikowanych i uprawnionych do tego pracowników.</p>

2 Przeznaczenie

Mikrofalowy półprzewodnikowy (tranzystorowy) wzmacniacz dużej mocy, przeznaczony do pracy ciągłej i impulsowej. Zakres częstotliwości pracy wzmacniacza od 1270 MHz do 1310 MHz.

3 DANE TECHNICZNE

3.1 Zasilanie

- napięcie zasilania	3x400 V; 50/60 Hz
- maksymalny pobór prądu z faz L1, L2, L3	40 A/fazę
- maksymalny pobór mocy	27 kVA
- przyłącze wodne	min. 25 l/min

3.2 Parametry wzmacniacza mikrofalowego

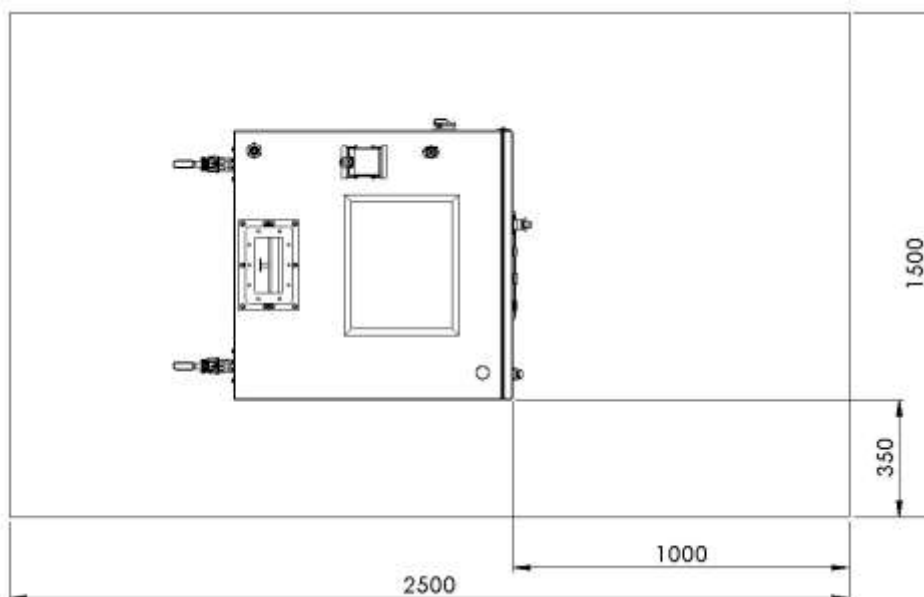
Zakres częstotliwości	(1270 ÷ 1310) MHz
Moc wyjściowa	≥ 7 kW
Wzmocnienie	≥ + 63 dB
Poziom harmonicznych	≤ - 40 dBc
Poziom zakłóceń	≤ - 60 dBc
Moc wejściowa max.	+ 10 dBm
WFS wejścia	≤ 1.3
Złącze sygn. w.cz. WE.	N-female, 50 Ω
Złącze sygn. w.cz. WY.	WR650
Napięcie zasilanie	3 x 400 V AC, 50 Hz
Moc zasilania średnia.	20 kVA
Sprawność energetyczna	≥ 40 %
Temperatura pracy	(+ 5 ÷ + 40) °C
Temperatura przechowywania	(- 15 ÷ + 55) °C
Wymiary gabarytowe:	
Wys. x Szer. x Głęb.	1920 x 820 x 850
Masa	300 kg
Chłodzenie	Powietrzem oraz wodą dejonizowaną
Zabezpieczenia	Zasilaczy sieciowych, wzmacniaczy w.cz., układy monitorowania
Stopień ochrony zapewniany przez obudowę	IP61 (wg PN-EN 60529)

4 WARUNKI INSTALACJI

Miejsce eksploatacji	Pomieszczenie w budynku zamkniętym
Temperatura pracy	od + 5 °C do + 40 °C
Względna wilgotność powietrza	≤ 60 %
Zasilanie	Sieć trójfazowa 3 x 400 V AC, 50 Hz, + 10% / - 20% z przewodem neutralnym i uziemieniem ochronnym
Pobór mocy z sieci trójfazowej max.	27 kVA
Czynnik chłodzący	Woda dejonizowana: - przepływ ≥ 25 - 30 l/min - max. ciśnienie zasilania 3 bar - spadek ciśnienia < 1,5 bar - max. temp. na wlocie 30 °C
Odbiorczy tor mikrofalowy	Falowód WR650
WFS odbiorczego toru mikrofalowego	≤ 1.5
Zabezpieczenie wyjścia mocy w.cz.	Cyrkulator lub izolator falowodowy

Do zainstalowania wzmacniacza potrzebna jest powierzchnia o wymiarach; 1,50m szerokości i 2,50m głębokości aby zapewnić powierzchnię niezbędną do serwisu Rysunek 1.

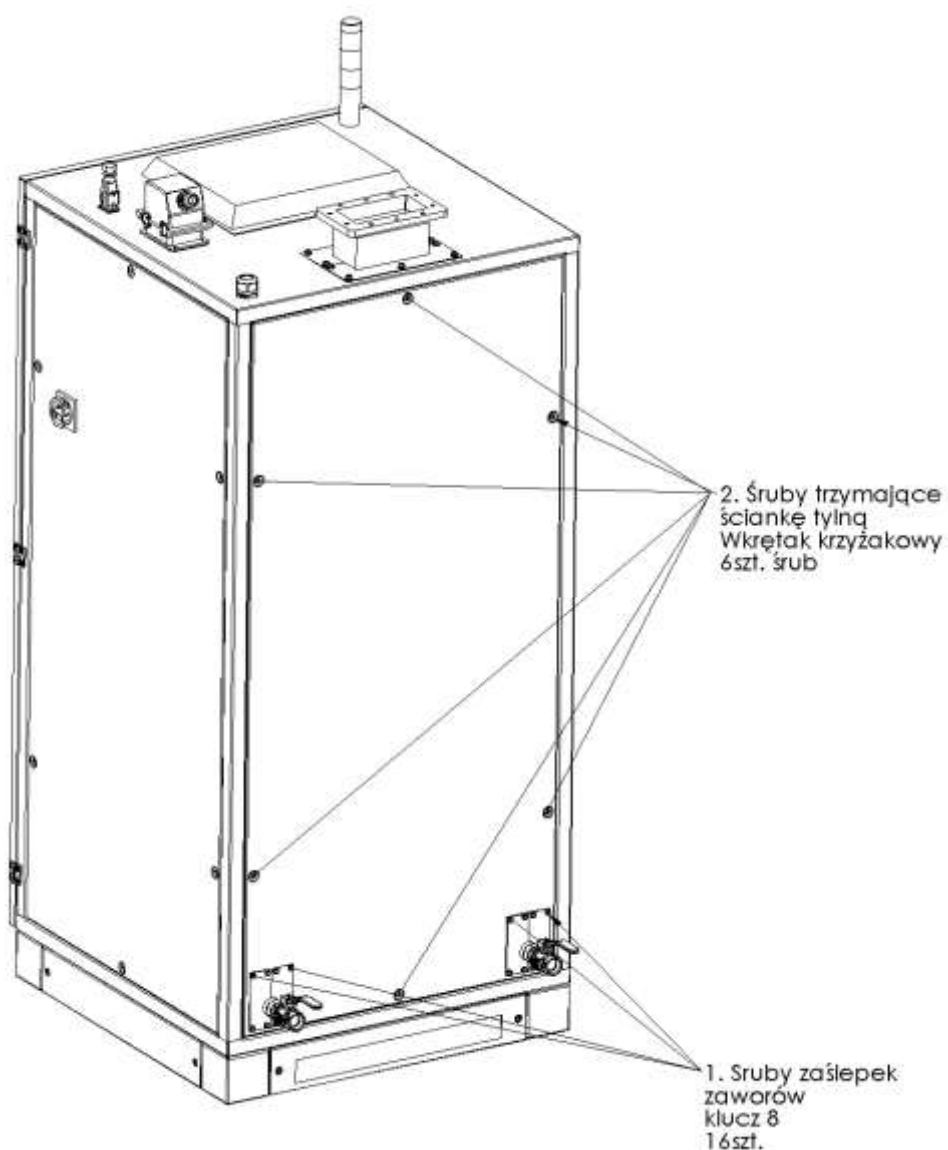
Napięcie zasilające wzmacniacz dołączyć do listwy zaciskowej X1 przez przepust kablowy w dachu za pomocą przewody 5x10mm² Rysunek 2 umieszczonej z tyłu wzmacniacza, widocznej po odkręceniu tylnej ścianki. Aby odkręcić tylną ściankę należy najpierw odkręcić śruby zaślepek zaworów wodnych a następnie śruby trzymające tylną ściankę Rysunek 3 oraz przewód PE wewnątrz tylnej ścianki.



Rysunek 1. Powierzchnia wymagana do serwisowania wzmacniacza.



Rysunek 2. Listwa do przyłączenia zasilania.

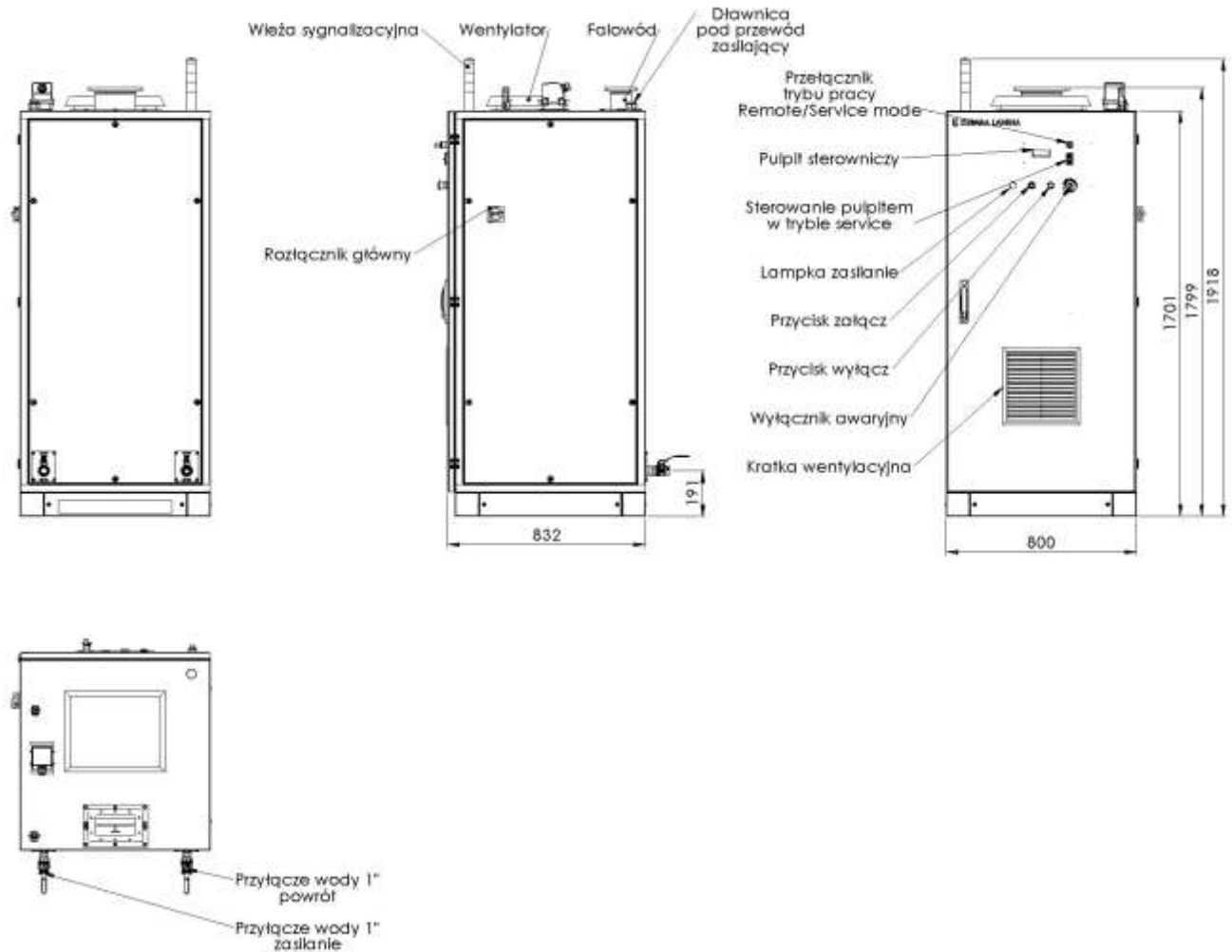


Rysunek 3. Demontaż tylnej ścianki.

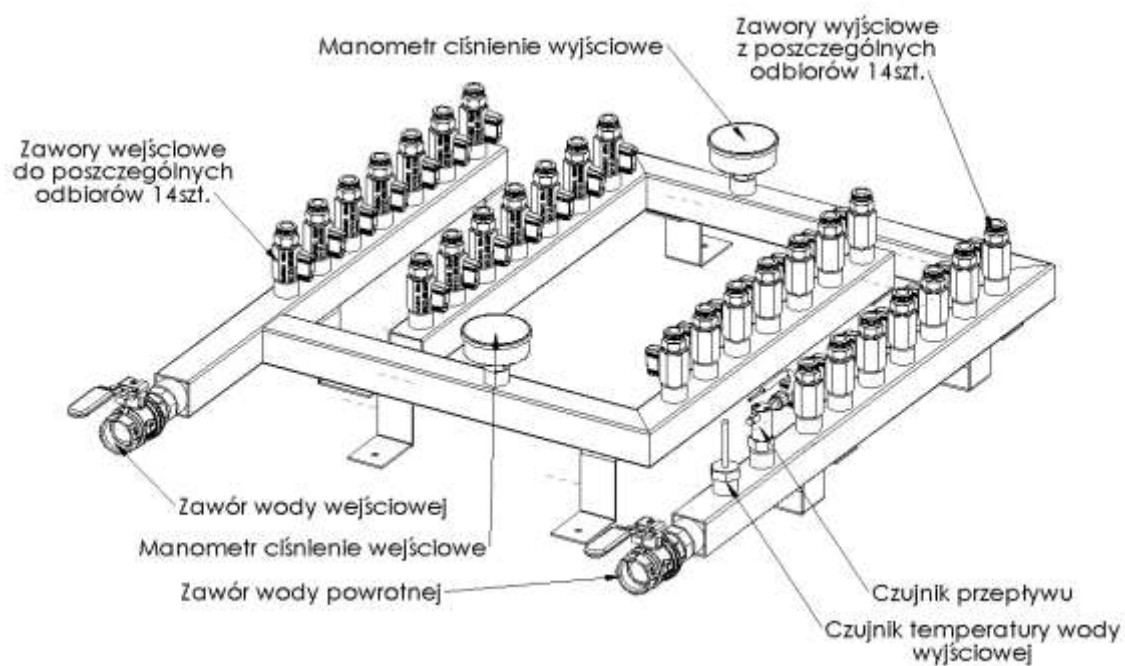
- 1 faza L1: 10 mm²
- 2 faza L2: 10 mm²
- 3 faza L3: 10 mm²

- 4 Neutralny N: 10 mm²
- 5 Przewód ochronny PE 10 mm²

Wzmacniacz do działania potrzebuje przyłącza wodnego min 5l/min wyprowadzonego tyłu Rysunek 5 wyprowadzone są zawory 1”



Rysunek 4. Opis widocznych komponentów wzmacniacza.



Rysunek 5. Kolektory wodne.

5 INSTRUKCJA OBSŁUGI

5.1 Przygotowanie wzmacniacza do pracy

Przygotowanie wzmacniacza do pracy polega na wykonaniu następujących czynności:

- Odkręcić zawory wody chłodzącej umieszczone z tyłu wzmacniacza Rysunek 4.
- Przełącznik oznaczony WYŁĄCZNIK GŁÓWNY przekręcić z poz. 0 w poz. I



Rysunek 6. Wyłącznik główny.

(podświetla się lampka ozn. ZASILANIE)

- Przycisnąć przycisk ozn. ZAŁĄCZ (lampka ZAŁĄCZ zapala się (Rysunek 7))



Rysunek 7. Przyciski ZAŁĄCZ, WYŁĄCZ

Po uruchomieniu, elektronika wzmacniacza sprawdza obwody wewnętrzne i jeżeli wzmacniacz jest gotowy do pracy i nie wykrył żadnych błędów zapala się zielona lampka na kolumnie świetlnej Rysunek 8



Rysunek 8. Lampki stanu pracy

- Jeśli wystąpi brak gotowości, to miga lampka pomarańczowa na wieży sygnalizacyjnej. Brak gotowości może być spowodowany brakiem przepływu wody chłodzącej.

- W trakcie pracy zapala się lampka czerwona na wieży sygnalizacyjnej.

5.2 Wyłączenie wzmacniacza

Operator powinien wykonać następujące czynności:

Operator powinien nacisnąć przycisk wyłącz Rysunek 7, a następnie przekręcić wyłącznik w pozycję OFF Rysunek 6



Rysunek 9. Wyłącznik awaryjny

W przypadku wystąpienia niebezpiecznych sytuacji we wzmacniaczu przycisnąć przycisk ozn. WYŁĄCZNIK AWARYJNY. Po przyciśnięciu przycisku główny stycznik odłącza napięcie od wzmacniacza. Rysunek 9

5.3 Diagnostowanie niesprawności wzmacniacza.

Uszkodzenia wzmacniacza powstają najczęściej podczas włączania bądź wyłączania jego zasilania lub wystąpienia stanów awaryjnych podczas pracy.

Do lokalizacji i usuwania stanów awaryjnych niezbędne są:

- Schematy ideowe wzmacniacza
- Schematy rozłożenia elementów na płytkach elektronicznych
- Tabele typowych uszkodzeń
- Sprzęt pomiarowy
- Oscyloskop cyfrowy dwu kanałowy z kompletem sond
- Miernik uniwersalny

Tok postępowania przy lokalizacji uszkodzeń:

- określenie warunków w jakich powstało uszkodzenie
- objawy uszkodzenia
- sprawdzenie czy objawy uszkodzenia są wymienione w tabeli uszkodzeń
- jeśli tak, to należy wykonać wymienione w tabeli czynności.
- jeśli nie, to należy określić potencjalny obszar w którym wykonywane będą sprawdzenia mające na celu lokalizację uszkodzenia
- sprawdzenie poprawności napięć zasilających podzespoły wzmacniacza
- wykonać poszczególne sprawdzenie w wybranych punktach obwodów

6 Tabela uszkodzeń

Komunikat lub wynik pomiaru	Diagnoza	Sprawdzenie	Naprawa
Miga pomarańczowa lampka na wieży sygnalizacyjnej	Brak przepływu wody chłodzącej Zadziała zabezpieczenie zwarciove	Sprawdzić ciśnienie wody na manometrze Sprawdzić stan zabezpieczeń zwarciowych 04Q1, 04Q2, 04Q3, 07Q1, 07Q2 Sprawdzić bezpieczniki 04F1	Odkręcić zawory z wodą Rysunek 5 Załączyć zabezpieczenia zwarciove 04Q1, 04Q2, 04Q3, 07Q1, 07Q2 Wymienić bezpieczniki
Brak napięcia 24V	Brak napięcia zasilającego wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciove 07Q1 Uszkodzony zasilacz 07G1	- sprawdzić który z zasilaczy nie ma napięcia - sprawdzić zabezpieczenie zwarciove zasilaczy	Załączyć wyłącznik 07Q1 - zlokalizować uszkodzenie -wymienić zasilacz
Brak napięcia +15V	Brak napięcia zasilającego wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciove 07Q1 Uszkodzony zasilacz 07G2	- sprawdzić który z zasilaczy nie ma napięcia - sprawdzić zabezpieczenie zwarciove zasilaczy	Załączyć wyłącznik 07Q1 - zlokalizować uszkodzenie - wymienić zasilacz
Przerwany obwód bezpieczeństwa	- otwarte drzwi testera - uszkodzony wyłącznik krańcowy drzwi	- sprawdzić zamknięcie drzwi wzmacniacza - sprawdzić poprawność działania wyłączników krańcowych	- zamknąć otwarte drzwi - wymienić uszkodzony wyłącznik krańcowy
Brak fazy L1	Brak napięcia zasilającego wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciove 04F1	- sprawdź bezpiecznik 04F1	- wymiana wkładki bezpiecznikowej Typ 22x58mm gG 63A
Brak fazy L2	Brak napięcia zasilającego wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciove 04F1	- sprawdź bezpiecznik 04F1	-wymiana wkładki bezpiecznikowej Typ 22x58mm gG 63A
Brak fazy L3	Brak napięcia zasilającego wskutek zadziałania zabezpieczenia zwarciove 04F1	- sprawdź bezpiecznik 04F1	-wymiana wkładki bezpiecznikowej Typ 22x58mm gG 63A
Brak wody	Brak wody	-ciśnienie wody za małe	- odkręć zawór z wodą - sprawdź ciśnienie na manometrze wewnątrz wzmacniacza

7 OPIS KONSTRUKCJI

7.1 Konstrukcja mechaniczna

Wzmacniacz jest zabudowany w szafie na cokole o podstawie 800x800mm. (Rysunek 10). Szafa jest wyposażona w drzwi z przodu i zdejmowane boki i tył.



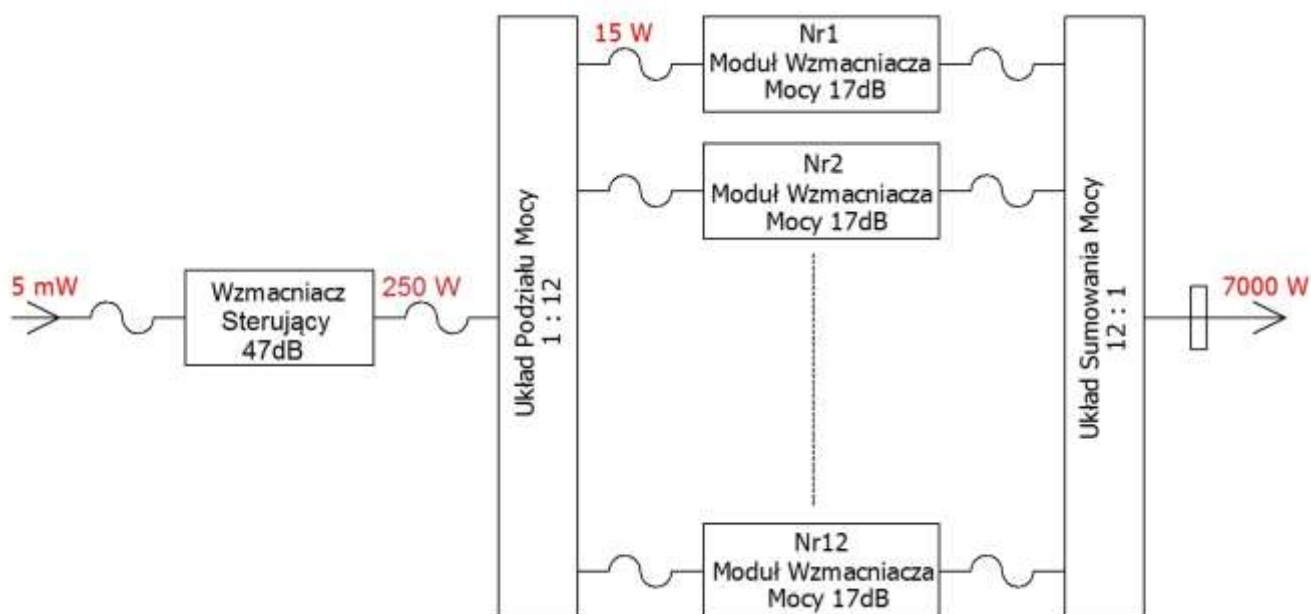
Rysunek 10. Szafa testera

7.2 Zespół mikrofalowy

Ogólną koncepcję układu mikrofalowego przedstawiono na Rysunek 11. Podstawowe zespoły układu mikrofalowego to:

1. Wzmacniacz Sterujący o wzmocnieniu około 47 dB i mocy wyjściowej około 250 W oraz o niskim poziomie szumów,
2. Układ Podziału Mocy 1:12,
3. 12 Modułów Wzmacniacza Mocy o wzmocnieniu około 17dB i mocy wyjściowej około 640W,
4. Układ Sumowania Mocy 12:1,
5. Tor Falowodowy.

Wzmacniacz Wstępny o wzmocnieniu około 47 dB o małych zniekształceniach stanowi tor wspólny wzmacniacza. Stopień końcowy o wzmocnieniu około 15 dB zbudowany jest z 12-stu modułów mocy pracujących równolegle. Takie rozwiązanie zapewnia maksymalnie wysoki stopień współbieżności fazowej i amplitudowej oraz wysoką sprawność energetyczną.



Rysunek 11. Schemat blokowy tranzystorowego wzmacniacza mikrofalowego o mocy wyjściowej 700W CW i wzmocnieniu ponad 60 dB.

7.2.1 Wzmacniacz Sterujący

Wzmacniacz Sterujący dostarcza moc na poziomie co najmniej 220 W, niezbędną doysterowania 12-stu Modułów Wzmacniaczy Mocy, przy mocy wejściowej około 5 mW. Wejście złącze typu SMA(f), wyjście złącze typu N(f).



Rysunek 12. Wzmacniacz SterującyKN1300M54A.

Product Specification:

- Frequency Range : 1200 to 1400 MHz
- Power Gain : 54 dB
- Gain Flatness : ± 1.5 dB
- Output Power : 250 W
- Input VSWR ≤ 2 ; Output VSWR ≤ 3
- Harmonics : -20 dBc; Spurious : -60 dBc
- Switching Time : 2 to 4 μ s
- Supply Voltage : 28 V
- Current Consumption : 29 A
- Dimensions : 200 x 150 x 25 mm
- RF Connectors : Input SMA - Female, Output N Type - Female
- DC Connectors : Hybrid, D-Sub 7-Pin, Male
- Weight : 2.5 Kg
- Cooling Options : External Heatsink Required (Not Supplied)
- Operating Temperature : -20 to 55 Degree C

7.2.2 Układ Podziału Mocy 1:12

Widok Układu Podziału Mocy jest przedstawiony na Rysunek 13. W układzie zastosowano podwójną transformację impedancji:

- a) pierwsza na liniach paskowych,
- b) druga na linii współosiowej.

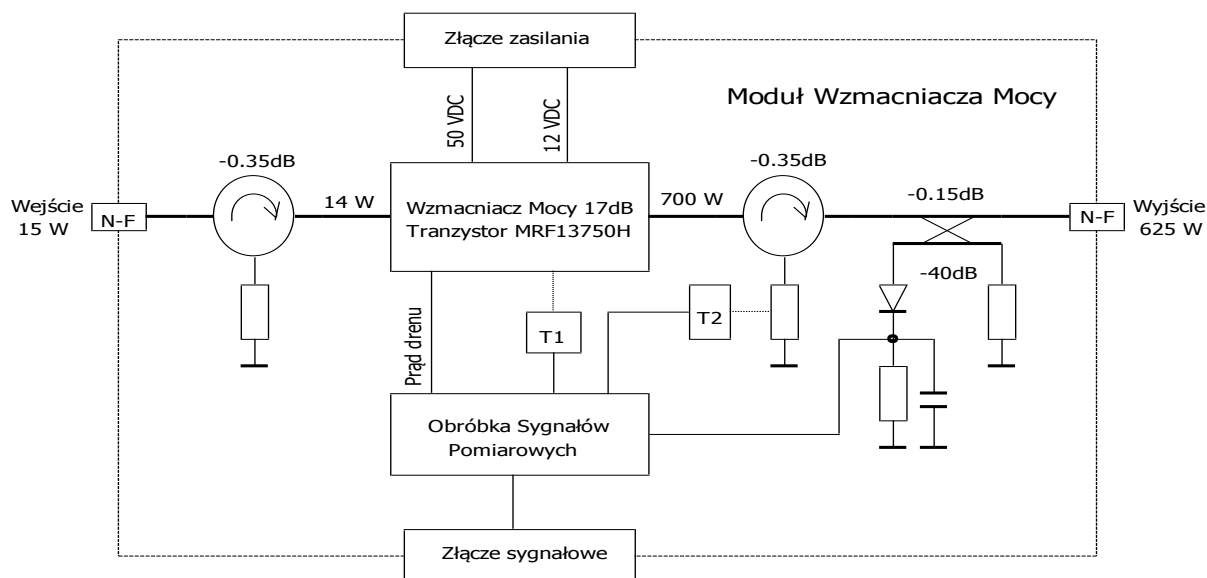
Impedancja charakterystyczna linii paskowej i współosiowej $Z_0 = 50\Omega$. Wejście i wyjścia współosiowe są typu N(f).



Rysunek 13. Widok Układu Podziału Mocy 1:12.

7.2.3 Wzmacniacze Mocy

Głównym zespołem decydującym o poziomie mocy wyjściowej i sprawności całego urządzenia jest Moduł Wzmacniacza Mocy (MWM), którego schemat przedstawiono na Rysunek 14



Rysunek 14. Schemat funkcjonalny Modułu Wzmacniacza Mocy. T1 - czujnik temperatury tranzystora, T2 - czujnik temperatury obciążenia cyrkulatora.

Wzmacniacz Mocy jest jednostopniowym wzmacniaczem tranzystorowym pracującym w klasie AB. Zastosowano w nim tranzystor LDMOS typu MRF13750H firmy NXP.

Moduł jest wyposażony m.in. w:

- wejście i wyjście mikrofalowe typu N/F,
- złącze zasilania DC 50 V / 25 A oraz 12 V / 0.1 A,
- złącze sygnałowe z wyjściem sygnałów monitorujących,
- złącza do podłączenia płynu chłodzącego.

Moduł posiada Układ Pomiarowy UPM131, na którego wyjściu otrzymujemy sygnały:

- napięcie proporcjonalne do prądu kolektora tranzystora mocy,
- napięcie proporcjonalne do temperatury obudowy tranzystora mocy,
- napięcie w przybliżeniu proporcjonalne do mocy wyjściowej MWM,
- napięcie w przybliżeniu proporcjonalne do mocy zwrotnej MWM,

Oraz sygnały typu 0/1 dla:

- przekroczenia dopuszczalnej wartości prądu kolektora tranzystora mocy,
- przekroczenia dopuszczalnej temperatury obudowy tranzystora mocy,
- przekroczenia dopuszczalnej wartości mocy zwrotnej.

Wszystkie wyjścia analogowe są buforowane wtórniki o niskiej oporności wyjściowej.

Na wejściu i wyjściu Wzmacniacza Mocy zastosowano cyrkulatory zabezpieczające tranzystor przed uszkodzeniem w sytuacjach awaryjnych wynikających z pracy równoległej modułów. Cyrkulatory typu Drop-In zamontowane są bezpośrednio w układach linii paskowych.

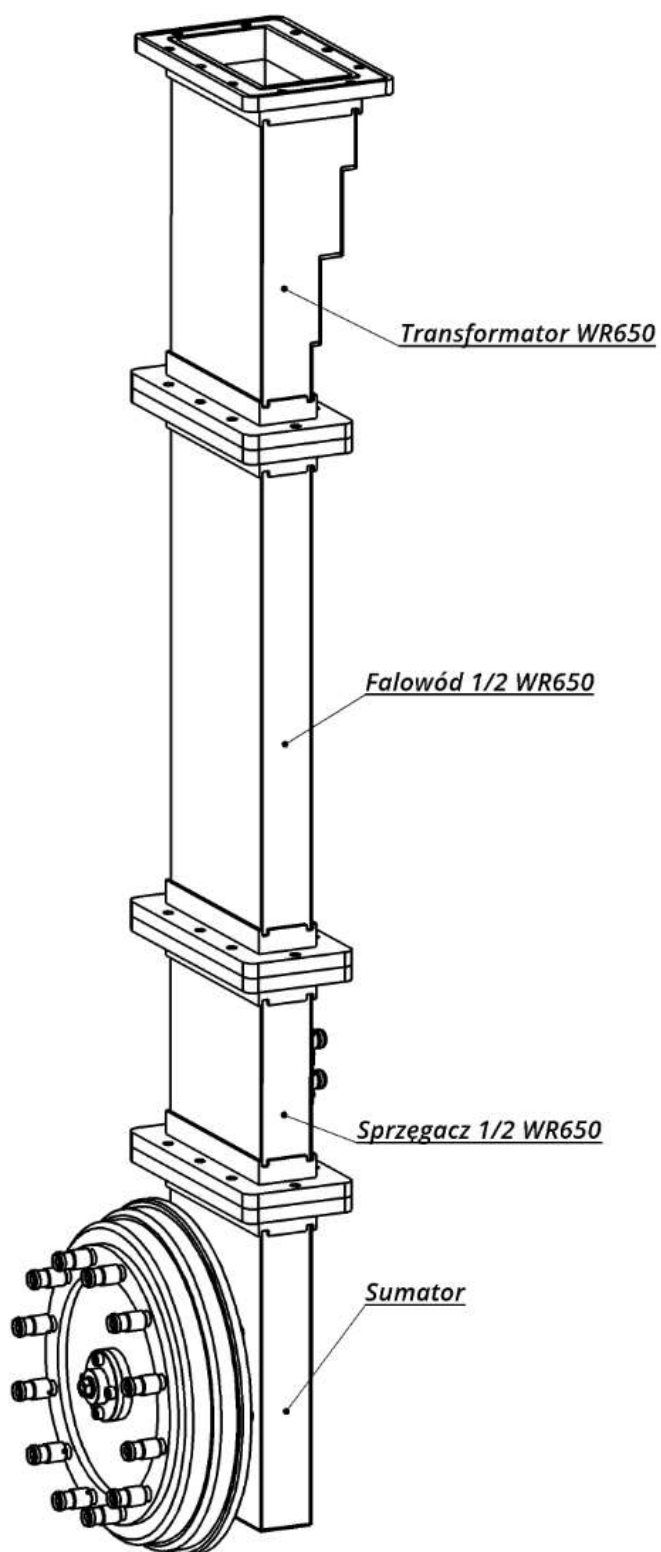
7.2.4 Układ Sumowania Mocy 12:1

Układ Sumowania Mocy jest zbudowany w technologii falowodowej, która umożliwia sumowanie mocy na poziomie 10 kW CW i powyżej. Widok cylindrycznego układu sumowania pokazano na Rysunek 15. Średnica cylindra jest dobrana tak, że główny rezonans układu leży w bezpiecznej odległości poniżej częstotliwości roboczej, natomiast rezonanse wyższych rodzajów powyżej częstotliwości roboczej. Sprzężenie 12-stu anten stożkowych z rezonatorem odbywa się na rozkładzie podstawowym E_{01} . Sprzężenie z falowodem jest zrealizowane za pomocą anteny pojemnościowej. Cylinder połączony jest z falowodem za pomocą krótkiej linii współosiowej, której celem jest zmniejszenie wpływu falowodu na niesymetrię wejść. Wejścia układu są współosiowe typu N(f), wyjście układu jest falowodowe typu 1/2WR650.



Rysunek 15. Widok cylindrycznego Układu Sumowania Mocy 12:1.

7.2.5 Tor Falowodowy



Rysunek 16. Widok toru falowodowego wraz z sumatorem mocy.

7.3 Zespół zasilania

7.3.1 Zasilacz główny

Jednostka zasilająca zbudowana jest w oparciu o zasilacz impulsowy FETA7000ST firmy COSEL o następujących parametrach:

Zasilanie:

Napięcie wejściowe: AC 400[V] 4-Wire

Prąd wejściowy: 11.4[A]

Częstotliwość: 50/60Hz

Wyjście:

Napięcie wyjściowe: 28.8 – 49.5 [V]

Prąd wyjściowy: 148.2 [A]

W celu zapewnienia odpowiedniej mocy układom mikrofalowym w jednostce zasilającej zastosowano trzy zasilacze typu FETA7000ST połączone równolegle i pracujące w trybie Master – Slave.

Parametry układu równoległego:

Zasilanie:

Napięcie wejściowe: AC 400[V] 4-Wire

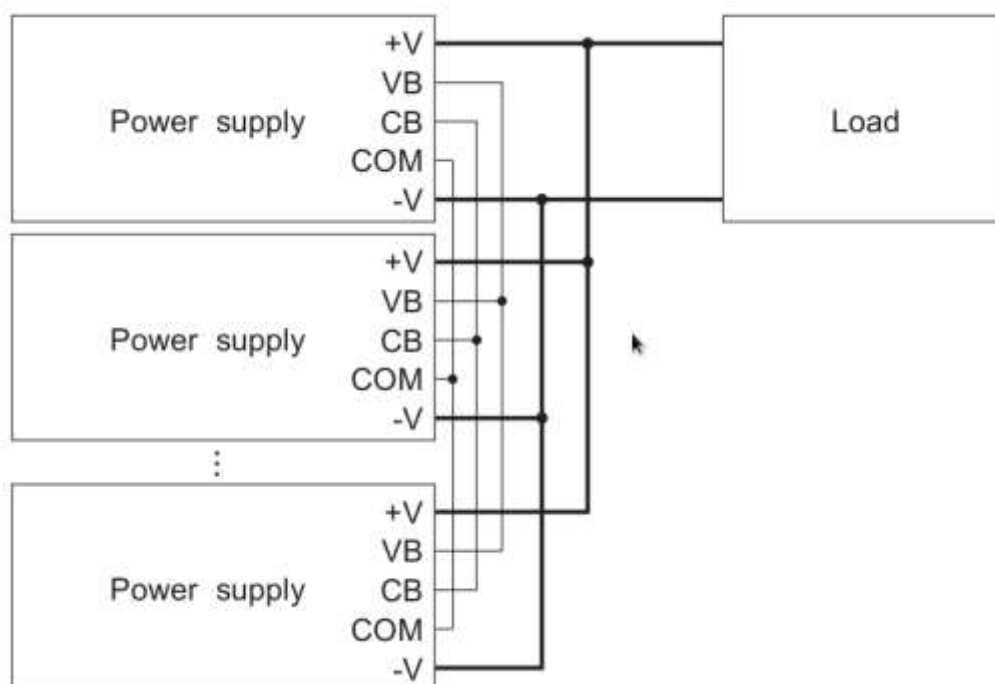
Prąd wejściowy: 34.2[A]

Częstotliwość: 50/60Hz

Wyjście:

Napięcie wyjściowe: 28.8 – 49.5 [V]

Prąd wyjściowy: 422.37 [A]



Rysunek 17. Widok cylindrycznego Układu Sumowania Moc 12:1.

Schemat blokowy połączenia zasilaczy

7.3.2 Zasilacz pomocniczy

Zasilacz pomocniczy PBA100F-24 służy do zasilania elektroniki i układów pomiarowych.

Zasilanie:

Napięcie wejściowe: 230[V] AC

Prąd wejściowy: 0.7[A]

Częstotliwość: 50/60Hz

Wyjście:

Napięcie wyjściowe: 24-24.5 [V]

Prąd wyjściowy: 422.37 [A]

7.4 Zespół sterowania, monitorowania i zabezpieczeń

7.4.1 Układ pomiarowo-sterujący

Do sterowania i akwizycji pomiarów zostało wykorzystane urządzenie cDAQ-9184 z modułami wejść i wyjść. Moduł ten współpracuje z dodatkowo zaprojektowanymi i wykonanymi dedykowanymi układami elektronicznymi analogowo-cyfrowymi w celu zapewnienia odpowiednich czasów reakcji i regulacji pracy wzmacniacza oraz zbierania sygnałów sterujących.

7.4.2 Odczyty stanu.

1. sygnalizacja stanów pracy oraz typów błędów/awarii na panelu wzmacniacza oraz zdalnie;
2. pomiar i prezentacja mocy wyjściowej sygnału i mocy wstecznej na panelu urządzenia oraz zdalnie;
3. zdalne odczyty parametrów przez izolowany cyfrowy interfejs szeregowy (głównie moc wyjściowa, temperatura (inne do uzgodnienia) oraz rodzaj błędu/awarii);
4. proponowany izolowany cyfrowy interfejs szeregowy do odczytu niektórych parametrów eksploatacyjnych można zrealizować jako separowane galwanicznie cyfrowe łącze szeregowe typu RS485, o parametrach transmisji: Speed: 38400bps, Data_bits: 8, Stop_bits: 1, Parity: none. Protokół komunikacyjny - MODBUS RTU (adresy i rejestry są w trakcie ustalania).
5. wieża świetlna.

7.4.3 Zabezpieczenia.

1. grzybek wyłączenia awaryjnego (wejście w stan odcięcia zasilania i błędu/awarii);
2. przed otwarciem urządzenia (wejście w stan oczekiwania i błędu/awarii);
3. przed nadmierną mocą zwrotną lub całkowitym odbiciem sygnału (wejście w stan gotowości i błędu/awarii);
4. w razie przekroczenia parametrów eksploatacyjnych lub awarii podzespołów (wejście w stan oczekiwania i błędu/awarii);
5. w przypadku stwierdzenia nieprawidłowości zasilania (wejście w stan oczekiwania i błędu/awarii);
6. wewnętrzne układy diagnostyczne zapewniające wyłączenie urządzenia i sygnalizację problemu;

7. przewidziane jest podtrzymanie zasilania elektroniki sterującej i monitorującej do czasu bezpiecznego wyłączenia dużej mocy i przesłania komunikatów o błędzie. Czas podtrzymania min. 1 minuta.

7.4.4 Interfejs zdalnego sterowania

Interfejs sterowania i sygnalizacji stanów pracy, błędów i awarii powinien działać pewnie i natychmiastowo bez opóźnień i bez możliwości powstawania pomyłek interpretacyjnych. Dlatego proponujemy zrealizowanie go jako bezpośrednich dedykowanych sygnałów pętli prądowych typu wł./wyl. (zwarłe/rozwarłe styki w urządzeniu wysyłającym sygnał). Separację galwaniczną zapewnią pływające styki wyjściowe. Alternatywnie do rozważenia dedykowane połączenia światłowodowe (do uzgodnienia).

1. stany pracy urządzenia:
 - odcięcie zasilania (grzybek awaryjny i sterowanie zdalne – jedna linia sterowania rozwierna, opcja);
 - oczekiwanie - włączenie zasilania układów pomocniczych – jedna linia sygnalizacji (włączenie zasilania);
 - gotowość - włączenie zasilania wzmacniaczy – jedna linia sterowania i jedna linia potwierdzenia;
 - praca - włączenie mocy wyjściowej – jedna linia sterowania i jedna linia potwierdzenia;
 - błąd/awaria (wejście w stan gotowości, oczekiwania lub odcięcia zasilania) – jedna linia sygnalizacji i jedna linia kasowania;
2. sterowanie stanami z panelu urządzenia oraz zdalnie przez zamknięcie pętli prądowych (zwarcie styków przełącznika w sterowni);
3. stany pracy urządzenia sygnalizowane na panelu i zdalnie przez zamknięcie pętli prądowych (zwarłe styki przełącznika w urządzeniu);
4. osiągnięcie niższego stanu pracy jest zezwoleniem na włączenie wyższego stanu pracy;
5. sygnalizacja stanu błędu/awarii na panelu oraz zdalnie przez otwarcie pętli prądowej (rozwarłe styki przełącznika w urządzeniu);
6. stan błędu jest zatrzymywany i utrzymywany do czasu skasowania z panelu lub zdalnie;
7. kasowanie stanu błędu w razie ustąpienia przyczyny - z panelu lub zdalnie (przez zwarcie styków przełącznika w sterowni).

8 Pomiar

8.1 Załączenie szafy w trybie serwisowym



Rysunek 18. Lokalizacja przycisku 2S1

Aby załączyć wzmacniacz przy otwartych drzwiach należy przełączyć wyłącznik główny w pozycję ON Rysunek 6 następnie nacisnąć przycisk 05S5 Rysunek 18 i nacisnąć przycisk ZAŁĄCZ Rysunek 7 i poczekać na uruchomienie wzmacniacza.

8.2 Układ do pomiaru temperatury.

Wzmacniacz wyposażony jest w termoparę TP-375J-1,5-G1/2” Rysunek 5 oraz przetwornik temperatury TED-37 który zamienia mierzoną temperaturę z zakresu $10^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ na wartość analogową $0\text{V} \div 10\text{V}$.

9 SCHEMAT ELEKTRYCZNY

10 SCHEMATY PŁYTEK ELEKTRONICZNYCH

11 WYKAZ ELEMENTÓW (do płytek elektronicznych)

12 KARTY KATALOGOWE PODZESPOŁÓW

[illegible]