



Transmissor

FM18KS / FM18KE

*Manual de Manutenção &
Serviço*



BT Equipamentos Eletrônicos LTDA.
Porto Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil
Telefone: +55 51 3368.5470
WhatsApp: +55 51 99731.8235
E-mail: bt@btonline.com.br
Internet: www.btonline.com.br

Aproveitamos a oportunidade para agradecer pela escolha do Transmissor BT. Desejamos que nosso produto possa lhe proporcionar o máximo em desempenho e tranquilidade.

Este manual contém informações importantes sobre o funcionamento seguro e a manutenção de seu equipamento. Portanto, leia detalhadamente a fim de se familiarizar com as recomendações, opções e controles facilitando o uso e propiciando confiabilidade e qualidade que um transmissor de alta tecnologia pode assegurar.

Quando for necessário efetuar os serviços de manutenção, lembre-se de que os técnicos da BT Transmissores de Radiodifusão encontram-se treinados e dispostos para oferecer a solução mais adequada e sanar qualquer dúvida que possa existir.

À equipe da BT



ÍNDICE

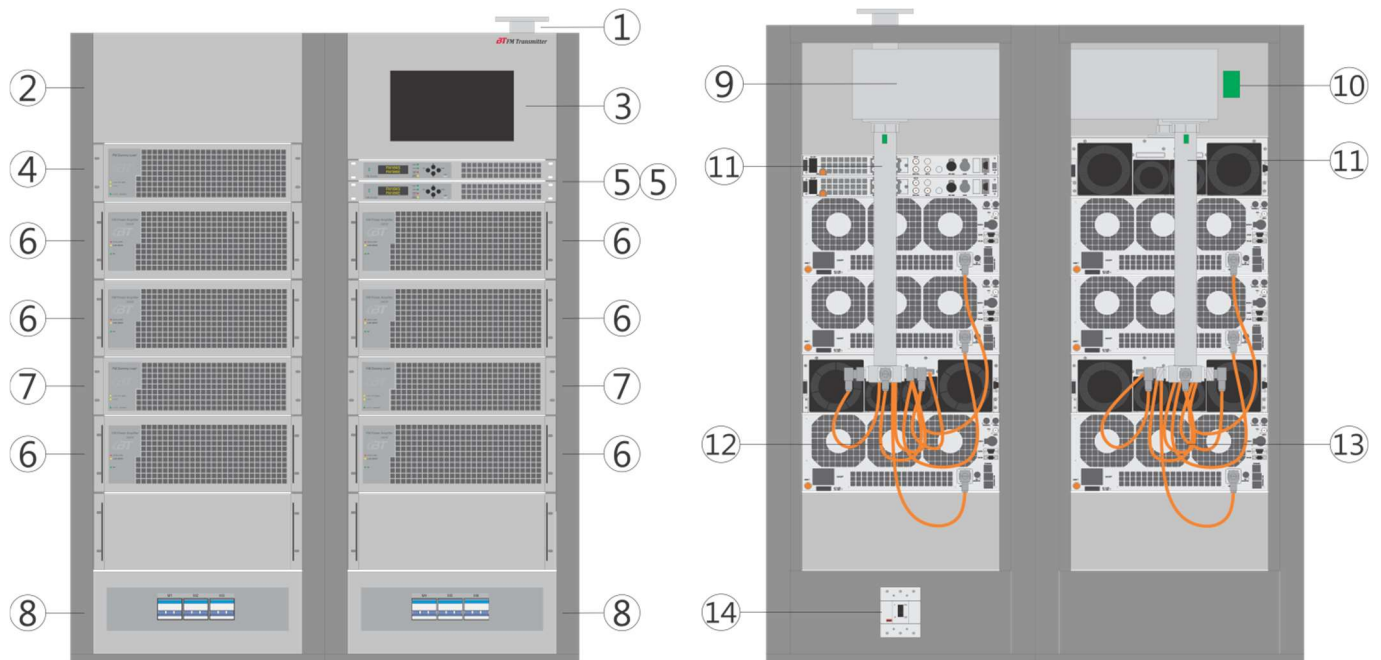
SEÇÃO 1: APRESENTAÇÃO	6
1.1 DESCRIÇÃO DO TRANSMISSOR	6
1.2 DESCRITIVO GERAL.	7
1.3 FUNCIONAMENTO GERAL:	7
1.3.1 CONCENTRADOR DE SINAIS, E281A, FIGURA 8:	12
SEÇÃO 2: MÓDULO MC121S E MC121E	14
2.1 NOMENCLATURA	14
2.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	14
2.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO MC121S/E.	15
2.4 DIAGRAMA EM BLOCOS.	16
2.5 DESCRITIVO E FUNCIONAMENTO:	16
2.5.1 PLACA MODULADORA DE FM, E203H, FIGURA 10:	16
2.5.2 AMPLIFICADOR DE RF, E233B, FIGURA 12:	18
2.5.3 CPU, E231C, FIGURA 13:	19
2.5.4 PAINEL FRONTAL, E208E, FIGURA 17.	23
2.5.5 COMANDO DOS MÓDULOS, E243B, FIGURA 18.	24
2.5.6 FONTE E150A.	24
SEÇÃO 3: MÓDULO PA3K5S E PA3K5E:	25
3.1 NOMENCLATURA.	25
3.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	25
3.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO PA3K5S/E.	26
3.4 DIAGRAMA EM BLOCOS:	26
3.5 DESCRITIVO E FUNCIONAMENTO:	27
3.5.1 EXCITADORA DE RF, E236B, FIGURA 23.	27
3.5.2 DIVISOR DE RF.	29
3.5.3 PLACA AMPLIFICADOR E185E.	29
3.5.4 COMBINADOR DE RF.	29
3.5.5 FILTRO FINAL.	30
3.5.6 CPU, E231C, FIGURA 24.	30
3.5.7 COMANDO LIGA/DESLIGA - E244B. FIGURA 28.	33
3.5.8 INTERFACE DE SINAIS, PLACA E158E. FIGURA 30.	34
3.5.9 INTERFACE DE SINAIS, E159E, FIGURA 33.	36
3.5.10 FONTES PS3003T/M, FIGURA 34.	36
SEÇÃO 4: MÓDULO DL1330S/E	39
4.1 NOMENCLATURA.	39
4.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	40
4.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO DL1330S/E.	40

4.4	DIAGRAMA DE BLOCOS	41
4.5	DESCRIPTIVO E FUNCIONAMENTO	43
4.5.1	CONTROLE DA CARGA, E279A, FIGURA 39.	43
4.5.2	CONVERSOR AC/DC, E280A, FIGURA 41.	44
4.5.3	PLACAS E278A1, E278A2 E E278A3	46
SEÇÃO 5: MÓDULO DL1341B		47
5.1	NOMENCLATURA.	47
5.2	DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	48
5.3	LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO DL1330B.	48
5.4	DIAGRAMA DE BLOCOS	49
5.5	DESCRIPTIVO E FUNCIONAMENTO	51
5.5.1	CONTROLE DA CARGA, E279A, FIGURA 48.	51
5.5.2	CONVERSOR AC/DC, E280A, FIGURA 50.	52
5.5.3	PLACAS E278A1, E278A2 E E278A3, FIGURA 52	53
SEÇÃO 6: MÓDULO CPU13.0		55
6.1	DESCRIÇÃO DO MÓDULO	55
6.2	LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO CPU13.0	55
6.3	DIAGRAMA DE BLOCOS	56
6.4	DESCRIPTIVO E FUNCIONAMENTO	56
6.4.1	RASPBERRY PI3 B+, FIGURA 55	56
6.4.2	CONVERSOR DE INTERFACE RS485 PARA USB2.0; PLACA E180F, FIGURA 57.	57
6.4.3	CONVERSOR AC/DC, PLACA E250B, FIGURA 58.	58

Seção 1: Apresentação

1.1 Descrição do transmissor

A Figura 1 mostra o transmissor FM18KS/E, vistas frontal e traseira e a localização de seus módulos.



1. Conector de antena 3.1/8";
2. Híbrida HB1 e divisores Wilkinson SP1 e SP2. Localização interna
3. Display 13.3" touch screen;
4. Carga de rejeição DL1341B;
5. MC121S/E - Módulo excitador (principal e reserva);
6. PA3K5S/E - Módulo amplificador de RF;

7. DL1330S/E - Carga de rejeição;
8. Híbrida HB2;
9. Placa E281A;
10. Linha rígida somador Wilkinson 2;
11. Linha rígida somador Wilkinson 1;
12. Cabos RG393 somador Wilkinson 2;
13. Cabos RG393 somador Wilkinson 1;
14. Disjuntor principal.

Figura 1: Distribuição

1.2 Descritivo geral.

A linha de transmissores BT de FM é concebida de forma modular de maneira que cada modelo de transmissor tem a sua potência de saída final obtida a partir da soma de módulos básicos PA3K5S e PA3K5E.

A diferença entre o sufixo S e E que aparecem no final do código do modelo, indica a faixa de frequência de operação do módulo ou do transmissor. *O sufixo S corresponde a todos os equipamentos BT de FM que operam na faixa standard entre 88 a 108MHz, já os com sufixo E correspondem aos equipamentos que operam na faixa estendida, ou seja, 76,1 a 87,9 MHz.* É importante destacar que a nomenclatura apresentada vale para módulos e transmissores e não para placas eletrônicas onde o sufixo no modelo da placa indica a versão da mesma.

As estruturas mecânicas e eletrônicas são idênticas para os dois modelos de transmissores diferenciando-se apenas na faixa de frequência de operação de cada um.

São montados em gabinetes padrão Rack 19 polegadas em estrutura metálica mista de alumínio e aço inox com acabamento nas cores padrão BT e pintura eletrostática de alta resistência a impacto.

Os transmissores FM18KS e FM18KE são constituídos basicamente por seis amplificadores de potência, um módulo de controle, uma CPU localizada na parte superior do Rack e também por três cargas de desequilíbrio.

O funcionamento do transmissor prevê uma rede integrada de sinais de controle e interfaceamento que será vista a seguir.

1.3 Funcionamento geral:

O diagrama de blocos das Figuras 2, 3 e 4, mostram a arquitetura básica do transmissor FM18KS e FM18KE com a distribuição de seus módulos e o direcionamento dos sinais entre eles.

São seis módulos amplificadores de RF denominados como PA que são divididos em dois grupos de três amplificadores cada.

O sinal RF sai do módulo MC121S/E passa por uma Híbrida que divide este sinal em dois outros sinais com 90 graus de defasagem entre eles. Cada um desses sinais vai para a entrada de um divisor Wilkinson de três saídas que alimentará um grupo de três amplificadores cada. Após devidamente amplificados pelos PA3K5S/E as saídas são somadas a partir do somador tipo Wilkinson de três vias em dois grupos, por último as duas saídas dos somadores Wilkinson se combinam novamente numa Híbrida para então ser aplicada à antena.

Cada somador Wilkinson tem sua própria carga de rejeição o mesmo vale para as duas Híbridas.

Os módulos do transmissor são interligados através de uma interface do tipo RS485, que permite o fluxo de informações entre eles e que contém as informações de alarmes e medidas.

A interface de controle carrega o sinal APC que é quem determina a potência de saída dos módulos, também o sinal O/F que comanda ligar ou desligar do transmissor quando operado no modo automático 1 ou posto em Standby.

No módulo de controle MC121S/E fica o modulador de FM do transmissor e portanto, as entradas de programa de áudio com sincronismo externo, etc., que estão dispostas no seu painel traseiro.

O display *auxiliar* e os comandos *auxiliares* de programação geral do transmissor estão situados no painel frontal do módulo MC121S/E e poderão ser usados alternativamente ao controlador principal.

Acima, no painel frontal está o controlador principal do transmissor. É um computador de placa única do tipo RASPBERRY que se comunica com o restante do transmissor pela interface RS485. Nele está o programa de controle principal onde se hospeda a página HTML a qual pode ser acessada por outros computadores ou SMART fones.

Para facilitar o entendimento, dividimos em três partes os diagramas em blocos e são eles na sequência:

- Diagrama em blocos de alimentação AC
- Diagrama em blocos de controle.
- Diagrama em blocos de RF.

Abaixo, Figura 2, está o diagrama em blocos simplificado da parte AC do Rack principal do transmissor FM18KS/E.

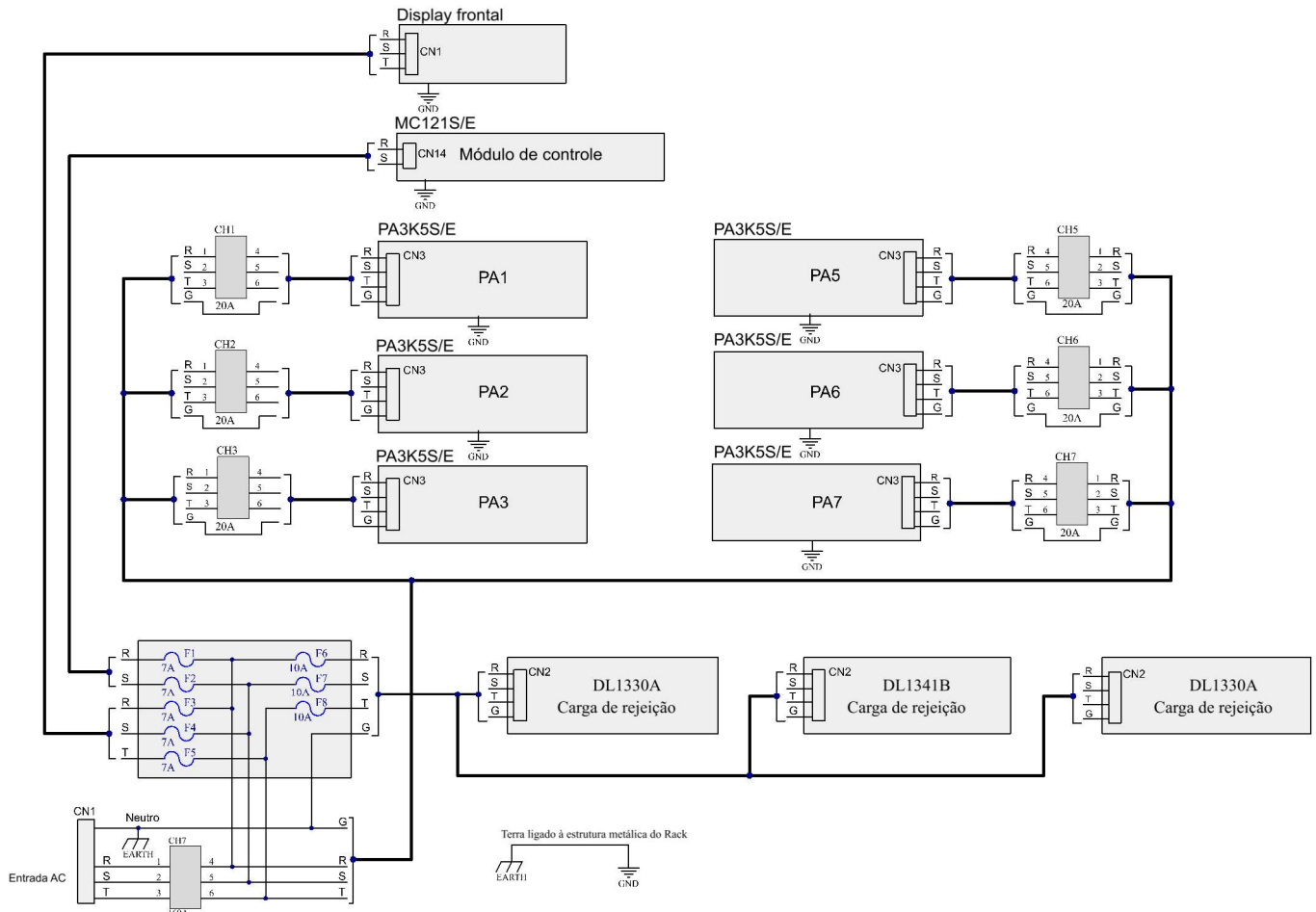


Figura 2: Alimentação AC

O sistema recebe alimentação trifásica de 220/380V vinda da rede de energia elétrica externa. Há primeiramente um disjuntor geral termo magnético localizado no painel frontal que serve também para ligar ou desligar o transmissor no modo manual. A saída desse disjuntor alimenta um conjunto de disjuntores termo magnéticos de menor capacidade de corrente que alimenta individualmente cada módulo de potência PA3K5S/E. Esses disjuntores além de oferecerem a proteção necessária para os módulos, também servem para desativar individualmente cada módulo para operação de serviço ou manutenção.

A caixa de fusíveis localizada na parte inferior do Rack recebe as três fases AC e derivam, via o conjunto de fusíveis, os sinais de alimentação para os módulos MC121S/E, Display principal e para as cargas de rejeição DL1330A e DL1341B.

Abaixo, Figura 3, está o diagrama em blocos simplificado da parte de controle do transmissor FM18KS/E.

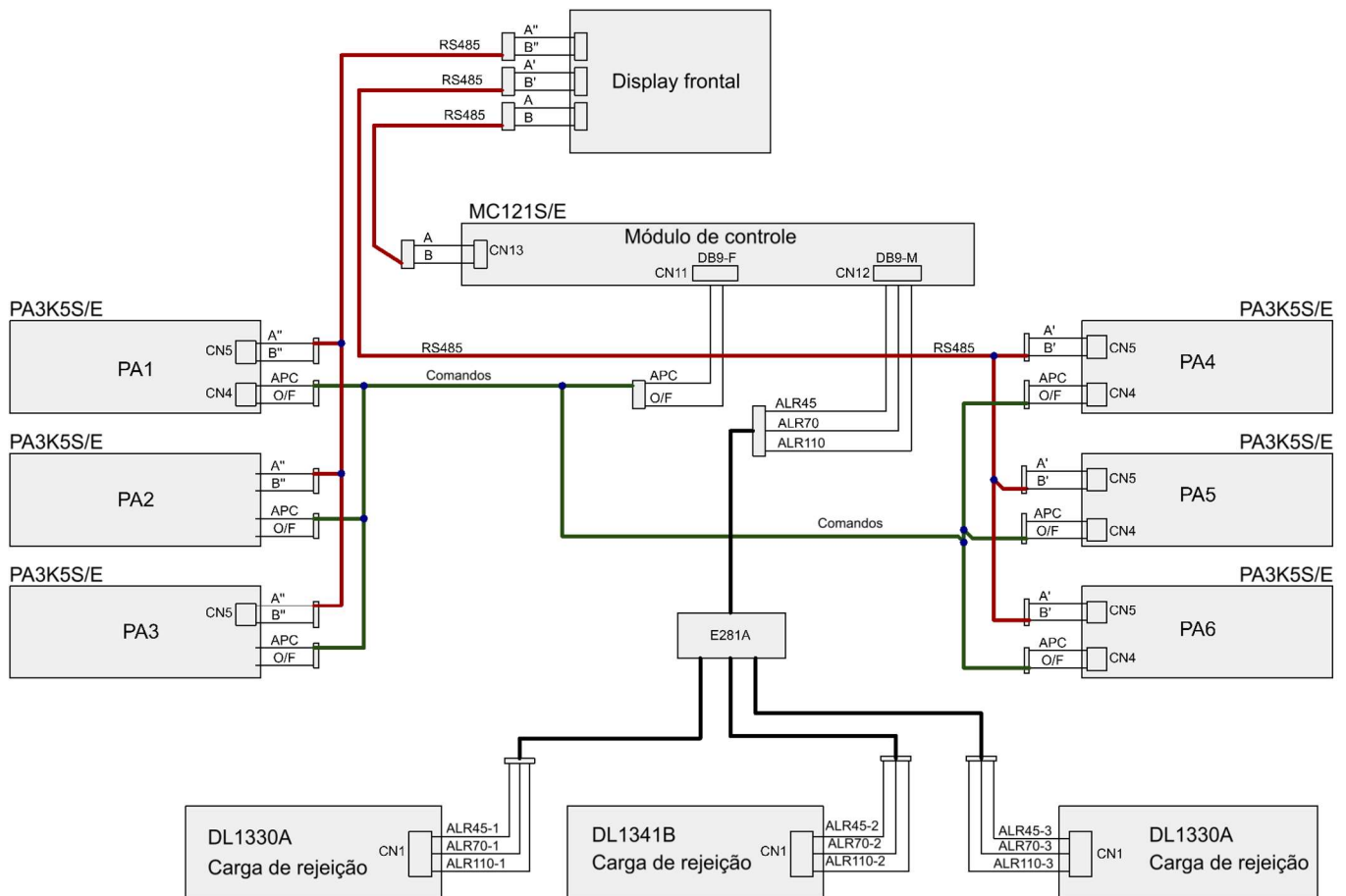


Figura 3: Controle

O conjunto de controle do transmissor FM18KS/E é feito pela interligação de todos os módulos através de uma interface RS485 dividida em três partes para que haja um tráfego de informações mais rápidas a serem apresentadas no display superior onde se localiza o computador tipo RASPBERRY que mostra em HTML o status do transmissor.

Foram utilizados três conversores RS485 para USB e com isso são alocadas três portas USB do RASPBERRY. Desta forma temos três grupos de sinais RS485 que estão divididos da seguinte forma: os fios A e B conectam-se com o módulo de controle MC121S/E; os fios A' e B' se conectam com o grupo de módulos PA4, PA5 e PA6; já os fios A'' e B'' se conectam com o grupo de módulos PA1, PA2 e PA3.

A interface RS485 foi escolhida devido a sua imunidade a ruídos comuns em ambientes de RF. Cada módulo tem o seu endereço próprio que é um número hexadecimal programado dentro do próprio módulo a partir de um conjunto de chaves binárias. O endereçamento se faz de cima para baixo, sendo o módulo mais acima o MC121S/E programado para o endereço zero, daí para baixo cada módulo recebe o seu número; Ex. módulo 1, 2, 3 e 4. Essa distribuição garante a sequência lógica já desenhada no aplicativo em HTML onde é mostrado uma tela com a distribuição das medidas e alarmes. Uma inversão de endereços causará ao operador maiores dificuldades para identificar a posição do módulo de interesse.

O funcionamento do sistema se dá por um processo de perguntas e respostas feito sequencial na forma temporal que se inicia pelo módulo de controle MC121S/E questionando o módulo 1 sobre seu status atual, após as respostas necessárias há um novo questionamento, desta vez para o módulo 2 e assim sucessivamente.

No display auxiliar localizado no módulo MC121S/E são mostradas as informações locais do próprio módulo e também a programação dos comandos do transmissor; isto é suficiente para operar o transmissor sem a presença do display principal onde se localiza o computador RASPBERRY.

Além da interface de interligação RS485, temos os comandos de controle de potência e de standby que chegam aos módulos através de fiação independente, pois isto garante que em caso de parada da comunicação da interface RS485 o transmissor siga operando sem perdas para o ouvinte, porém comandado pelo painel do módulo de controle MC121S/E.

A placa E281A fixada no painel superior do Rack, pela parte interna, recebe os sinais de alarmes de temperatura vindos dos módulos DL1330A e DL1341B, faz um “OR” de alarmes, ou seja, reúne em três alarmes principais e envia para o módulo de controle MC121S/E para processamento. São eles ALR45, ALR70 e ALR110.

Os sinais de comando de potência e standby são mostrados na trilha verde do desenho da Figura 3 e são os seguintes:

- **APC.** O sinal APC é um nível DC que varia entre zero e 6V vindo do módulo de controle MC121S/E, mais precisamente da CPU interna, sendo gerado pelo conversor D/A e vai para todos os módulos PA3K5S/E como a referência de potência, pois comanda a tensão de saída das fontes chaveadas que alimentam os amplificadores de RF.
- **O/F.** O sinal O/F é um comando digital que sai do módulo MC121S/E através de um contato de relé e está presente em todos os módulos PA3K5S/E. Sua função é a de desligar os módulos quando o transmissor for posto no modo Standby; condição de atuação do programa automático 1.

Abaixo, Figura 4, está o diagrama em blocos simplificado da parte de RF do transmissor FM18KS/E.

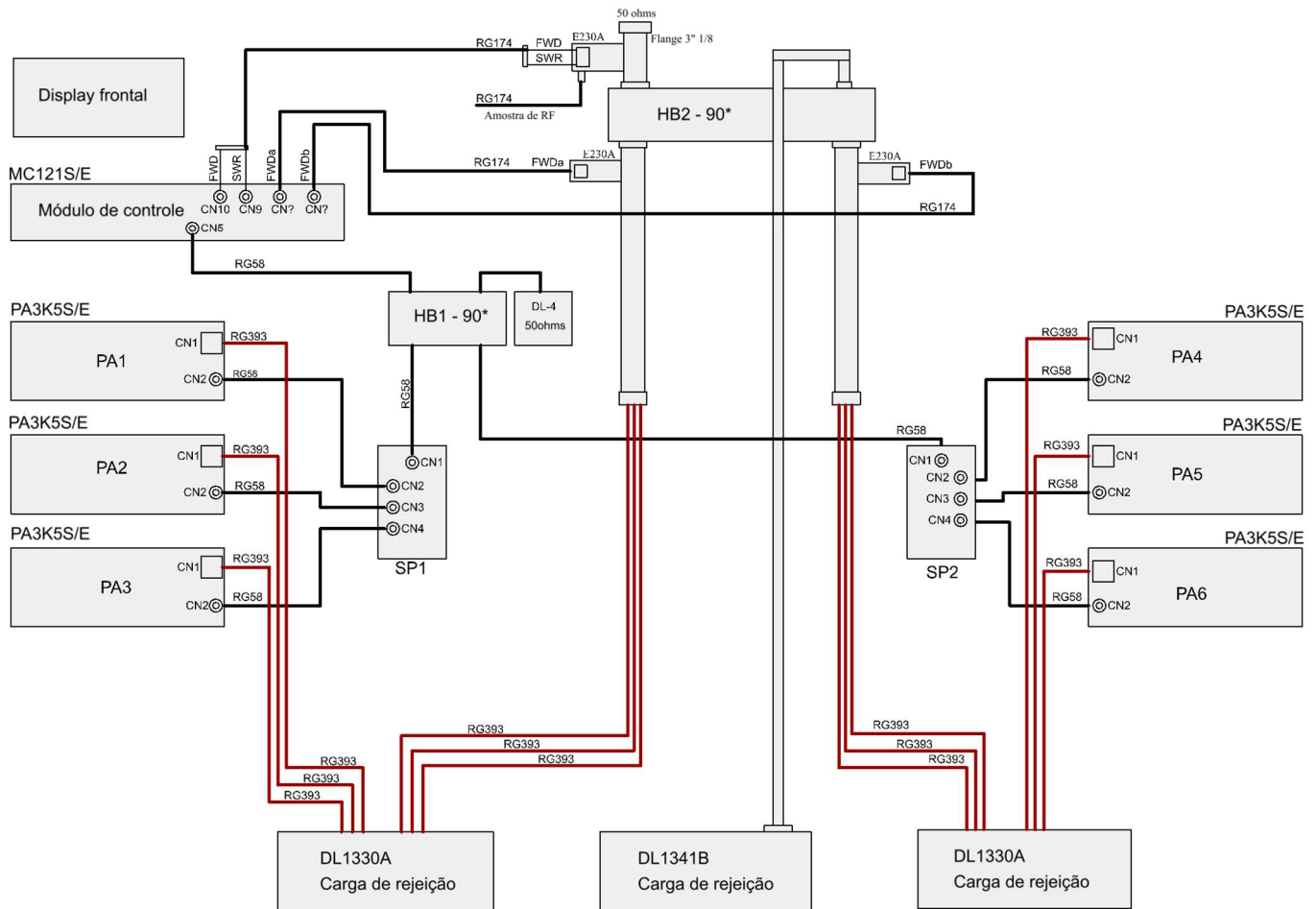


Figura 4: RF

O sinal de RF (rádio frequência) do transmissor FM18KS/E é gerado dentro do módulo de controle MC121S/E que é responsável pela seleção do canal de FM seja ele na faixa de 88 a 108MHz ou na faixa estendida 76,1 a 87,9MHz. Também é responsável pela modulação em FM e pela amplificação do sinal de RF e demais atributos associados.

O sinal de RF sai do módulo de controle com potência de aproximadamente 15W e vai até a entrada da híbrida HB1 onde é separado em dois sinais com -3dB de atenuação e 90° de defasagem entre eles.

Cada um dos sinais é endereçado à entrada dos divisores Wilkinson SP1 e SP2 que por sua vez têm três saídas cada e alimentam os módulos de cada grupo.

Após amplificados pelos módulos PA3K5S/E os sinais são endereçados através dos cabos RG393 que se juntam nas duas linhas rígidas formando os somadores Wilkinson de cada grupo.

Entre os cabos do somador Wilkinson há a carga de rejeição DL1330A que serve para absorver as diferenças de potência que possam haver devido a erros reais entre amplitude ou fase na saída dos módulos. Também quando um módulo apresentar defeito ou for retirado para manutenção, desequilíbrios maiores acontecem e a presença da carga absorve esses excessos.

As entradas da Híbrida HB2 são conectadas às saídas de cada linha rígida que soma os dois sinais de cada grupo enviando para a antena a potência total do transmissor.

A carga de rejeição DL1341B está posta na porta isolada da Híbrida HB2 para absorver as diferenças de potências que possam haver pelo possível desequilíbrio entre os grupos.

Na saída de cada linha rígida há uma sonda que em conjunto com a placa E230A capta uma pequena amostra das potências de saída dos grupos, sinais FWDa e FWDb e os transforma em um sinal DC que são enviados para o módulo de controle para o monitoramento da potência de saída de cada grupo.

Na saída da Híbrida HB2 há a outra sonda junto com a placa E230A respectiva para captação da amostra da potência de saída final do transmissor e amostras de ondas estacionárias, sinais FWD e SWR respectivamente.

Na saída da Híbrida HB2 há também a sonda de amostra de RF para utilização externa ao transmissor.

1.3.1 Concentrador de sinais, E281A, Figura 8:

Localizada no painel superior, parte interna conforme indica a figura 1, a placa E281A recebe os sinais de alarmes de temperatura vindos das cargas de rejeição DL1330A e DL1341B e submete-os a função lógica “OR” nos alarmes de mesma natureza. Por exemplo, os sinais alarmes de temperatura correspondentes a fiação de 70°C vindo das três cargas são somados em um só e enviado para a CPU situada no módulo MC121S/E. Desta forma quaisquer uma das cargas que atingirem a temperatura de alarme 70°C a CPU indicará e fará o procedimento planejado para este alarme.

A Figuras 5 mostra a localização dos conectores da placa E281A.

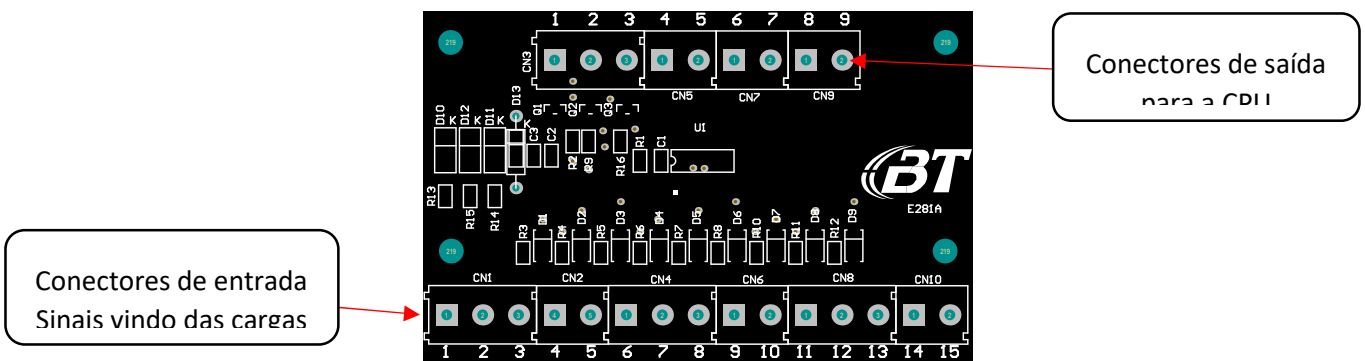


Figura 5: PCI E281A

Conectores de entrada e saída da placa E281A

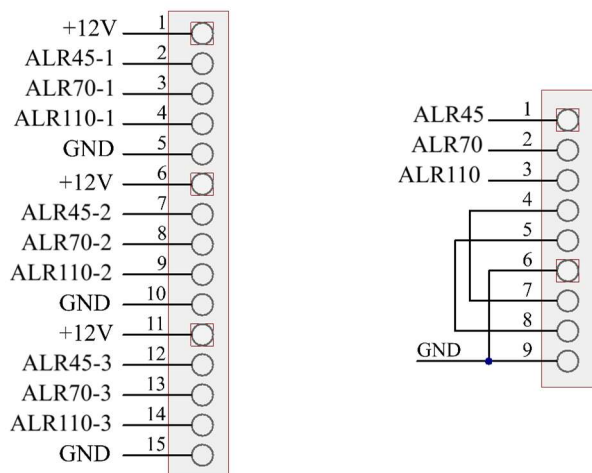


Figura 6: Conectores E281A

Descritivo dos sinais de cada pino dos conectores da Figura 6.

- **ALR45-1, ALR70-1, ALR110-1:** Sinais de alarmes e sinalização, do tipo coletor aberto vindos da carga DL1330A do grupo 1;
- **ALR45-2, ALR70-2, ALR110-2:** Sinais de alarmes e sinalização, do tipo coletor aberto vindos da carga DL1330A do grupo 2;
- **ALR45-3, ALR70-3, ALR110-3:** Sinais de alarmes e sinalização, do tipo coletor aberto vindos da carga central DL1341B;
- **ALR45:** Sinal de sinalização de 45°C, do tipo coletor aberto, que vai para a CPU;
- **ALR70:** Sinal de alarme de 70°C, do tipo coletor aberto, que vai para a CPU;
- **ALR110:** Sinal de alarme de 110°C, do tipo coletor aberto, que vai para a CPU.

Maiores detalhes de funcionamento de cada módulo será visto a seguir nos próximos descritivos.

Observações:

Seção 2: Módulo MC121S e MC121E

Os módulos MC124S e MC124E conhecidos como módulo “Slim” pela sua mecânica ser de apenas uma unidade de Rack 19 polegadas, abrigam o modulador do transmissor a parte de controle geral e mais as medidas locais.

Cabe reforçar que os dois modelos apresentados acima são similares mudando apenas a faixa de frequência de operação de cada um. O sufixo S corresponde a todos os transmissores ou módulos de FM marca BT que operam na faixa standard entre 88 a 108MHz, já os com sufixo E correspondem aos que operam na faixa estendida, ou seja, 76 a 87,9 MHz.

2.1 Nomenclatura

MC124S/E

S= Final S indica a faixa de operação Standard 88 a 108 MHz
E= Final E indica a faixa de operação Estendida 76 a 87,9 MHz

121= indicação de 1 saída de RF
122= indicação de 2 saídas de RF
123= indicação de 3 saídas de RF
124= indicação de 4 saídas de RF

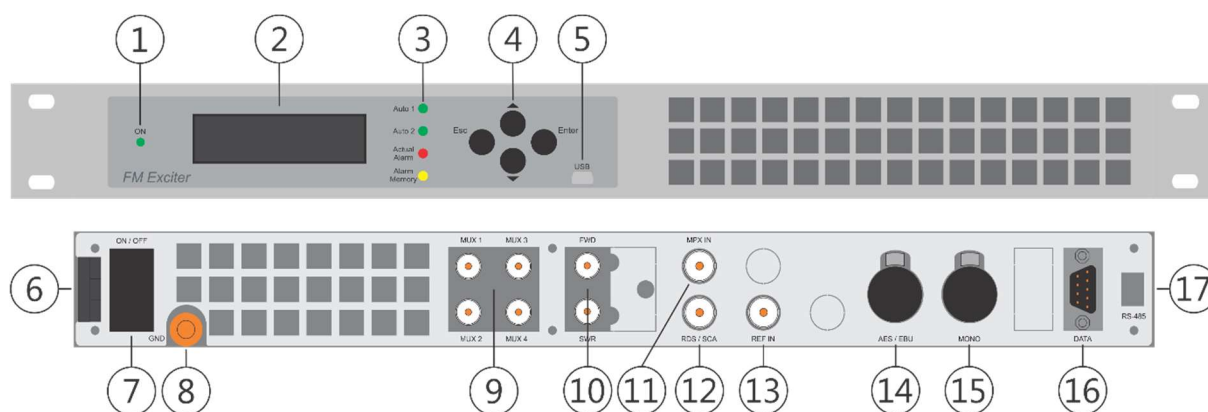
MC= abreviação Módulo de controle

2.2 Descrição do Módulo.

Suas estruturas mecânicas e eletrônicas são idênticas para os dois modelos diferenciando-se apenas em alguns poucos componentes postos na placa moduladora E203H e também no software de programação de frequência que é liberado apenas para a faixa de frequências especificada.

São montados em gabinetes padrão para Rack 19 polegadas de 1U com estrutura metálica em alumínio sendo o painel frontal nas cores padrão BT com pintura eletrostática de alta resistência a impacto.

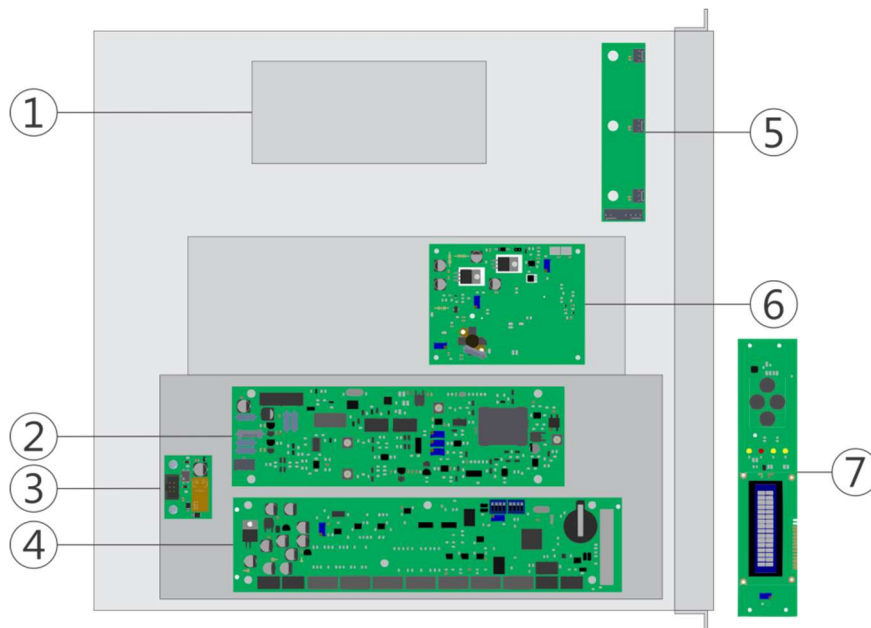
Segue abaixo, Figura 7, a apresentação do painel frontal e traseiro do módulo MC121S/E com os acessos e conectorização.



- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. LED ON; 2. Display OLED Ambar; 3. Conjunto de LED's indicativos; 4. Conjunto de chaves de navegação; 5. Conector USB; 6. CN14 Entrada de AC; 7. Chave ON/OFF; 8. Ponto de aterramento; 9. CN5 a CN8- Saídas de RF para os módulos PA3K5S/E conectores SMA; | <ol style="list-style-type: none"> 10. CN9 e CN10- Entrada de amostras FWD e SWR conectores SMA; 11. CN1- Entrada de sinal composto; 12. Entrada RDS/SCA (opcional); 13. CN4- Entrada de sincronismo externo; 14. Entrada AES/EBU (opcional); 15. CN3- entrada mono; 16. CN11- Interfaces de sinais gerais para os módulos PA3K5S/E; 17. CN13- Interface RS485. |
|---|---|

Figura 7: Painéis Frontal e Traseiro MC124S/E

2.3 Localização das partes no gabinete do módulo MC121S/E.



- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Conversor DC/DC - E150A; 2. Divisor Wilkinson; 3. Placa E203H Modulador de FM; 4. Placa E243B Relé de comando; 5. Placa E231C CPU principal; | <ol style="list-style-type: none"> 6. Placa E218A conectorização dos ventiladores; 7. Placa E233B Amplificador de RF; 8. Placa E208E Painel frontal; |
|---|---|

Figura 8: Localização no gabinete MC124S/E

2.4 Diagrama em blocos.

A Figura 9 mostra o diagrama em blocos do módulo MC121S/E.

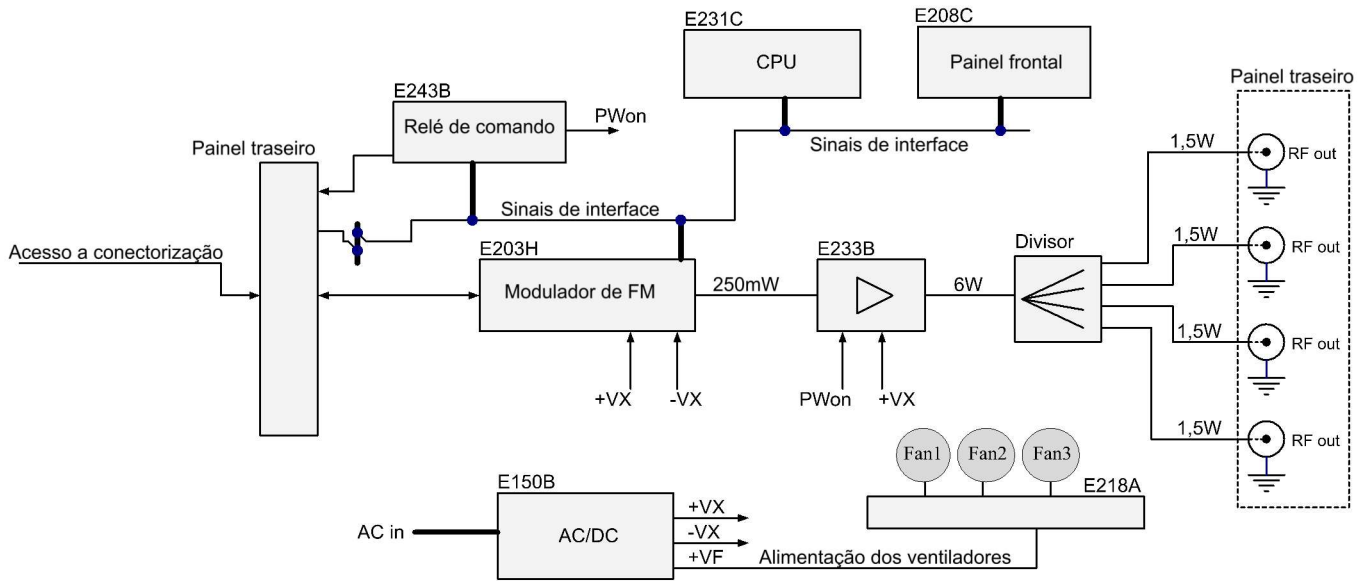


Figura 9: Diagrama em blocos MC124S/E

Abaixo o desenho com a localização das placas eletrônicas dentro do gabinete do módulo MC124S/E.

2.5 Descritivo e funcionamento:

2.5.1 Placa moduladora de FM, E203H, Figura 10:

A placa E203H tem como função principal a geração de RF no canal de utilização do transmissor e também a modulação em FM. A qualidade de áudio final do transmissor depende principalmente da E203H. Outras funções de relevância no processo, são integradas à placa E203H.

Vista do lado superior da placa E203H e a localização dos acessos e ajustes.

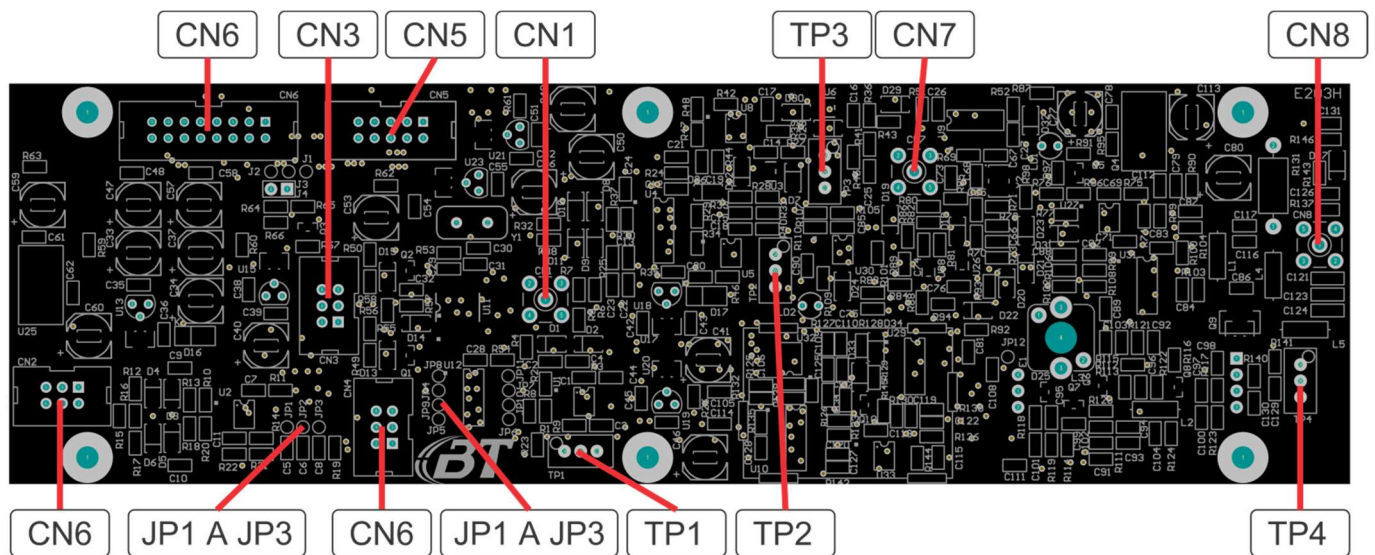


Figura 10: Modulador FM - E203H

- **CN1.** Entrada do sinal composto MUX, nível nominal 1,5Vp, podendo ser ajustada a sensibilidade através de TP1.
- **CN2.** Entrada balanceada 600 ohms para sinal Mono.
- **CN3.** Interface para gravação do microcontrolador local usado para a geração dos parâmetros SPI.
- **CN4.** Entrada da interface SPI externa vinda da placa E231C.
- **CN5.** Conector para controles externos (não utilizado).
- **CN6.** Conector de interface geral.
- **CN7.** Conector SMA, 50 ohms, entrada de 10MHz para sincronismo externo.
- **CN8.** Conector SMA, 50 ohms, saída de RF modulada; nível padrão 250mW ajustáveis.
- **JP1 a JP3.** Jumps para a seleção da pré-ênfasis em MONO.
- **JP4 a JP11.** Jumps para a seleção do modo de operação de troca de frequência.
- **TP1.** Ajuste geral de modulação do sinal composto MUX.
- **TP2.** Ajuste da escala do VU do sinal composto de entrada.
- **TP3.** Ajuste da escala do VU do desvio de modulação.
- **TP4.** Ajuste de potência de RF na saída da placa. Atua na polarização do transistor de saída**. Valor referência de saída da placa igual a 250mW.

** Este ajuste deve ser feito com o auxílio de instrumentos para evitar danos irreversíveis na saída da placa.

Pré-Ênfasis	JP1	JP2	JP3
25µS	X		
50µS		X	
75µS			X

Tabela 1: Seleção Pré-Ênfasis

Modo de seleção int/ext	JP4	JP5	JP6	JP7	JP8	JP9	JP10	JP11
Troca de frequência via interface interna					X	X	X	X
Troca de frequência pelo painel do transmissor	X	X	X	X				

Tabela 2: Seleção do modo troca de frequência de operação

A seleção de frequência do módulo é feita na placa E203H de dois modos. O primeiro é utilizando-se o próprio microcontrolador interno que gera os sinais de interface SPI para o PLL. O segundo é em conjunto com a CPU principal, placa E231C que gera externamente os sinais da interface SPI para a placa E203H. Neste segundo modo a troca de frequência do módulo pode ser feito pelo painel frontal do transmissor ou até mesmo via remota, já que as informações da interface SPI estão dentro da CPU da placa E231C.

Os transmissores de maiores potências, aqueles que não são portáteis, geralmente utiliza-se o microcontrolador da própria placa E203H para a seleção da frequência de operação. Porém para fazer tais alterações será necessário a utilização de um PC externo com programa do tipo Flash Magic da NXP para carregar os dados no microcontrolador. Isso garante maior segurança para a emissora.

Já para os transmissores de menor potência onde a portabilidade é necessária, a troca de frequência pelo painel frontal do transmissor é a melhor escolha.

A escolha de qual o modo de operação para a troca de frequências do módulo é feita por um conjunto de Jumps de soldas situados na placa; vide Tabela 2 acima.

No conector CN6 da placa E203H estão sinais de interface geral. São eles: a) a alimentação da placa que é feita a partir de fonte simétrica de +VX e -VX; b) as amostras das saídas de modulação e nível de sinal de entrada; c) os sinais digitais de comandos C1, C2 e C3, alarmes e medidas.

A Figura 11 abaixo mostra a posição de cada um deles no conector e os seus descritivos.

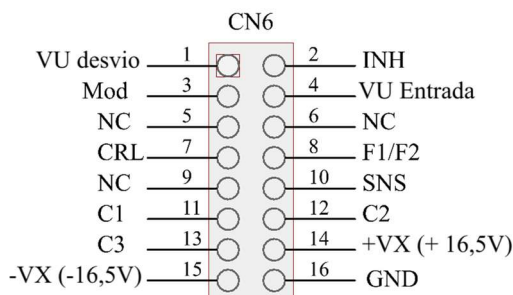


Figura 11: Conector CN6 da E203H

- **VU desvio.** Saída de amostra de desvio instantâneo que vai para a CPU E231C para processamento e apresentação na tela principal do transmissor.
- **INH.** Sinal de comando externo vindo da CPU E231C que serve para bloquear a saída de RF da placa E203H quando houver alguma anomalia na antena ou cabo de RF do transmissor. Exemplo: Alarme de surto de RF; (RF Surge).
- **MOD.** Nível DC proporcional a potência de saída da placa endereçada para a placa E231C para medida.
- **VU entrada.** Saída de amostra instantânea do sinal composto que vai para a CPU E231C para processamento e apresentação na tela principal do transmissor.
- **F1/F2.** Entrada de comando externo para a mudança de frequência pré-determinada do transmissor. Exemplo: O transmissor opera como reserva comum a duas emisoras com frequências diferentes nas mesmas instalações.
- **C1 e C2.** Sinais de comando de seleção de qual entrada de programa o transmissor vai operar. Exemplo: AES, Mono, ST ou MUX.
- **C3.** Sinal de comando de habilitação de sincronismo interno ou externo.
- **CRL.** Sinalização de PLL amarrado (Locked).
- **+VX e -VX.** Alimentação simétrica da placa nas tensões de +16,5V e -16,5V.

2.5.2 Amplificador de RF, E233B, Figura 12:

O sinal de aproximadamente 250mW vindo da placa moduladora E203H é amplificado na E233B até cerca de 9W e enviado para uma híbrida e a seguir para dois divisores externos de uma entrada e três saídas que direcionarão o sinal para a entrada dos módulos PA3K5S/E.

A placa E233B tem alimentação fixa de 16,5V vinda da fonte E150B que alimenta o módulo.

O sinal PWon vindo da placa E243B corta a potência de saída da placa sempre que o módulo for posto na condição de stand by ou em conjunto com o sinal INH da placa moduladora, aí, neste caso, por necessidade de proteção devido a transientes na saída final de antena do transmissor. Duas saídas de medidas que vão para a placa E231C são disponibilizadas, são elas, as medidas de potência de saída e de ondas estacionárias da placa; chamadas de medidas FWDe e SWRe.

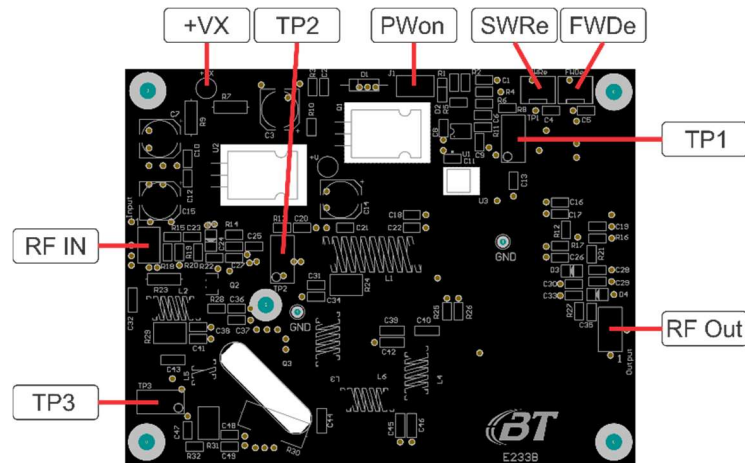


Figura 12: Amplificador de RF - E233B

- **+VX.** Tensão de alimentação da placa, +16,5V.
- **J1.** Comando de bloqueio de RF para proteção.
- **SWRe.** Amostra DC de ondas estacionárias na saída de RF da placa.
- **FWDe.** Amostra de potência de saída de RF da placa.
- **TP1.** Ajuste do limiar de bloqueio de RF por excesso de temperatura; ajustado para 65°C.
- **RF out.** Saída de RF do módulo.
- **TP3.** Ajuste de polarização do transistor de saída MRF171. **
- **TP2.** Ajuste de polarização do transistor de entrada de RF. **
- **RFin.** Sinal de entrada de RF vinda da placa E203H.

** Ajustes de polarização dos transistores deverão ser feitos com auxílio instrumentação adequada e por pessoas habilitadas para evitar danos irreversíveis no equipamento.

2.5.3 CPU, E231C, Figura 13:

A placa E231C do módulo MC124S/E reúne os sinais de alarmes, comandos e medidas, empacota e transmite via RS485 para a CPU principal que apresenta em HTML na tela superior do transmissor. Também troca informações gerais de alarmes e medidas com as outras placas E231 localizadas nos módulos PA3K5S/E do transmissor.

A placa completa apresenta um conjunto de entradas digitais e analógicas além de comandos digitais e outras funções que serão mostradas a seguir junto com a localização de Jumps e chaves de programação, potenciômetros de ajustes, etc...

Abaixo está o desenho da placa com a localização dos seus acessos.

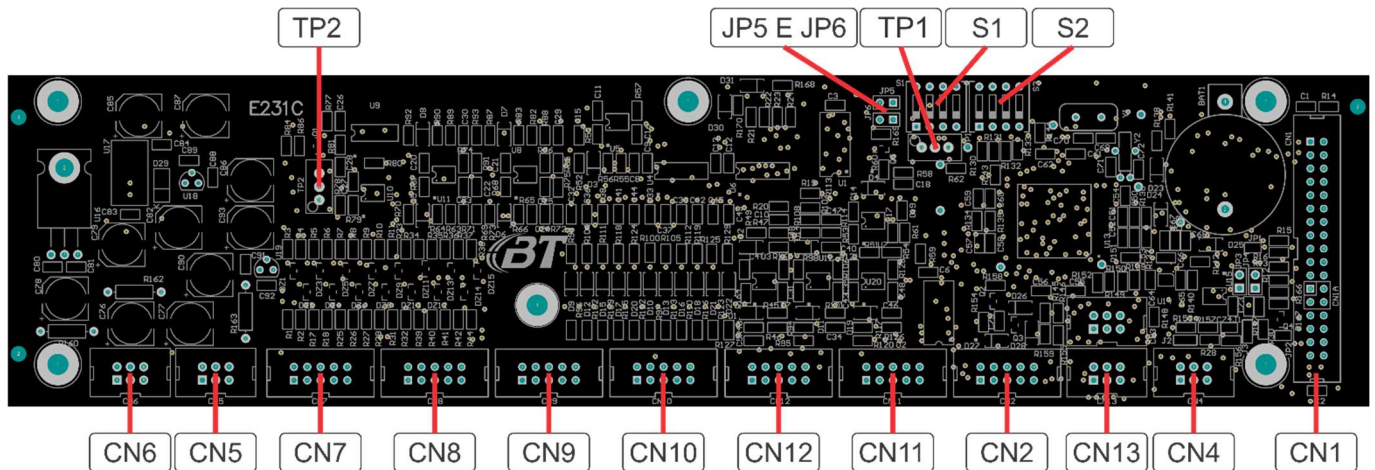


Figura 13: CPU - E231C

- **CN1.** Conector de interfaceamento com o display, teclado e interface USB localizados no painel frontal do módulo MC124S/E.
- **CN2.** Não utilizado neste módulo.
- **CN3.** Acesso para interface UART, utilizado para carregar o software do microcontrolador.
- **CN4.** Acesso de dados TX, RX, para o conversor USB.
- **CN5/CN6.** Conectores de entrada e saída de alimentação +VX e -VX.
- **CN7/CN8.** Entradas digitais programáveis D0 a D15, utilizadas para alarmes e sinalização. Poderão ser programadas como sinalizadores, alarmes ou comandos de redução de potência. São 15 entradas digitais no total 15.
- **CN9/CN10.** Entradas analógicas programáveis K0 a K5 e K7 a K15 utilizadas para medidas analógicas. K6 não está disponibilizada neste conector por ser medida interna de temperatura. Poderão ser programadas como lineares, quadráticas com ou sem comandos adicionais. São 15 entradas analógicas no total.
- **CN11.** Saída de comandos dos Bits C1, C2, C3, C4 e C5 além de disponibilizar TX e RX para interface.
- **CN12.** Conector de acesso geral aos sinais APC, EPC, VU desvio, VU entrada, PLR.
- **CN13.** Conector de acesso à interface SPI. Envia sinais desta interface para programar o PLL na placa E203H.
- **TP1.** Ajuste fino da potência de saída do transmissor.
- **TP2.** Ajuste do limiar de desarme do transmissor por transientes no cabo/antena ou estacionária excessiva no mesmo ponto.
- **JP5.** Estrape para seleção do sinal EPC. Seleciona o modo de entrada externa de comando de potência. Não é realizado neste módulo.
- **JP6.** Estrape para seleção do sinal APC. Seleciona o modo interno de saída de comando de potência que vai para os módulos PA3K5S/E.
- **S2.** Conjunto de chaves de programação, vide tabela 3, que determinam o endereço do módulo em questão. Cada módulo receberá um endereço de 0 até N sendo N do número de módulos do transmissor. No caso do módulo MC124S/E o endereço fixo é o Zero.
- **S1.** Conjunto de chaves de programação de direcionamento de interface, tabela 4, que permite escolher entre enviar o sinal de monitoramento para a interface USB localizada na parte frontal do módulo ou RS485 localizada na parte traseira do módulo.

Seguem as tabelas para endereçamento e a posição das chaves de S1 e S2:

Módulo	Conjunto de Chaves S2			
	SW1	SW2	SW3	SW4
Módulo 0	on	on	on	on
Módulo 1	on	off	off	off
Módulo 2	off	on	off	off
Módulo 3	on	on	off	off
Módulo 4	off	off	on	off
Módulo 5	on	off	on	off
Módulo 6	on	on	on	off
Módulo 7	off	off	off	on
Módulo 8	on	off	off	on
Módulo 9	off	on	off	on
Módulo 10	on	on	off	on
Módulo 11	off	off	on	on
Módulo 12	on	off	on	on

Tabela 3: Seleção de endereçamento módulos

Interface	Conjunto de Chaves			
	SW1	SW2	SW3	SW4
Direcionamento RS485 parte traseira	off	off	on	on
Direcionamento USB dianteira	on	on	off	off

Tabela 4: Direccionamento de interface

➤ **Entradas digitais, conectores CN7 e CN8.**

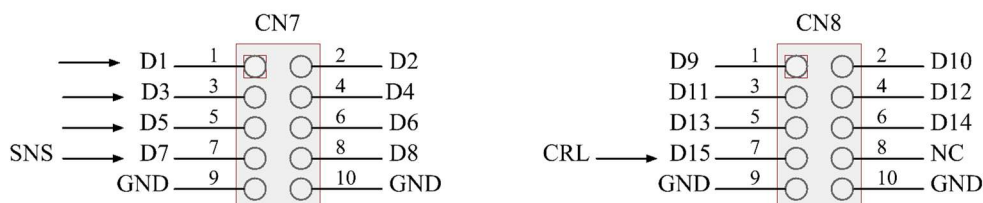


Figura 14: Entradas digitais

Apenas as entradas digitais D7 dos conectores CN7 e CN8 são utilizadas no módulo MC124S/E.

Suas funções são apenas de sinalização e estão descritas abaixo com a localização do pino no conector correspondente.

- **SNS.** Sinal que indica que o Sincronismo Externo foi selecionado e ainda não há sinal de 10MHz presente em sua entrada.
- **CRL.** Sinal indicador que o PLL está na condição amarrado (Locked).

➤ **Entradas analógicas, conectores CN9 e CN10:**

As entradas analógicas utilizadas no módulo MC121S/E são mostradas abaixo com a localização de cada uma no pino do conector correspondente.

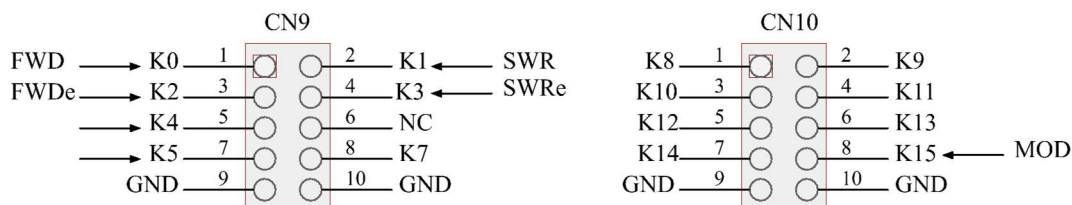


Figura 15: Entradas analógicas

- **FWD.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na saída de RF do transmissor, junto ao conector 1 5/8" que leva a informação de potência de saída do transmissor. A entrada K0 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do transmissor.
- **SWR.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na saída de RF do transmissor, junto ao conector 1 5/8" que leva a informação ondas estacionárias na saída do transmissor. A entrada K1 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do transmissor.
- **FWDe.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na placa E233B, leva a informação da potência de saída da placa. A entrada K2 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo.
- **SWRe.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na placa E233B, leva a informação das ondas estacionárias na saída da placa. A entrada K3 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo.
- **MOD.** Sinal DC de amostra vindo da saída da placa E203H, leva informação de potência de saída da placa E203H. A entrada K15 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais da placa.

➤ **Comandos digitais e sinais gerais**

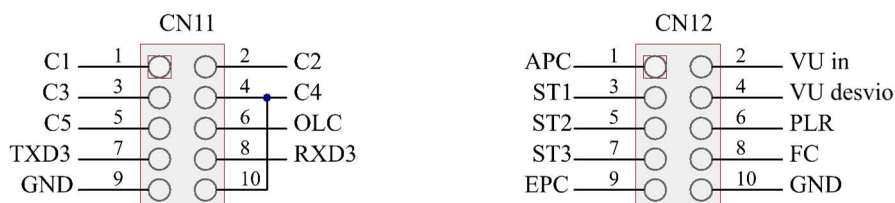


Figura 16: Comandos digitais e sinais

- **C1/C2.** Sinais digitais binários de comando de seleção de qual porta de programa de áudio estará ativa, são elas AES, MUX, Estéreo ou Mono.
- **C3.** Sinal digital de comando de qual o modo de sincronismo o transmissor irá operar; se em sincronismo externo ou interno.
- **C4.** Sinal digital de comando de ON/OFF, coloca o transmissor em modo Stand By.
- **C5.** Não utilizado.
- **OLC.** Sinal digital de sinalização de transientes na antena/cabo (RF surge); não está sendo usado neste módulo, pois o alarme "RF surge" é captado internamente na placa E231C.

- **RXD3.** Não utilizado neste módulo.
- **TXD.** Não utilizado neste módulo.
- **APC.** Sinal analógico de comando de potência de saída do transmissor, vem do conversor DAC e sua amplitude é proporcional a potência de saída elevada ao quadrado.
- **EPC.** Sinal de entrada de comando de potência externa; mesma função do sinal APC. Somente utilizado nos módulos PA3K5S/E.
- **VU in.** Sinal analógico proporcional ao valor instantâneo do sinal de entrada de programa do transmissor
- **VU desvio.** Sinal analógico proporcional ao desvio instantâneo na saída de modulação do transmissor.
- **PLR.** Sinal digital de comando de redução de potência de saída por excesso de calor na carga de rejeição posta entre os módulos de potência PA3K5S/E.
- **ST1.** Sinal analógico de entrada, mede a temperatura geral do módulo MC124S/E. Seu sensor está localizado próximo a entrada de ar do gabinete do módulo, portanto poderá ser usado também para monitoramento da temperatura da sala onde está instalado o transmissor.
- **ST2.** Igual ao sinal ST1. Não utilizado neste módulo.
- **ST3.** Igual ao sinal ST1. Não utilizado neste módulo.
- **FC.** Sinal de comando analógico no formato PWM, não utilizado neste módulo.

2.5.4 Painel frontal, E208E, Figura 17.

A placa E208E abriga os componentes de interface com o usuário; são eles as chaves de comando, display, conector USB e led's indicativos. Está localizada na parte frontal do módulo MC121S/E. Sua conectividade é basicamente com a placa E231C a CPU do módulo através do conector CN1.

Estão disponíveis quatro chaves do tipo Push Botton para a navegação via display, um display auxiliar do tipo OLED de cor âmbar com duas linhas e dezesseis colunas, quatro Led's de status e um acesso via USB, além do sensor de temperatura geral do transmissor que mede a temperatura ambiente.

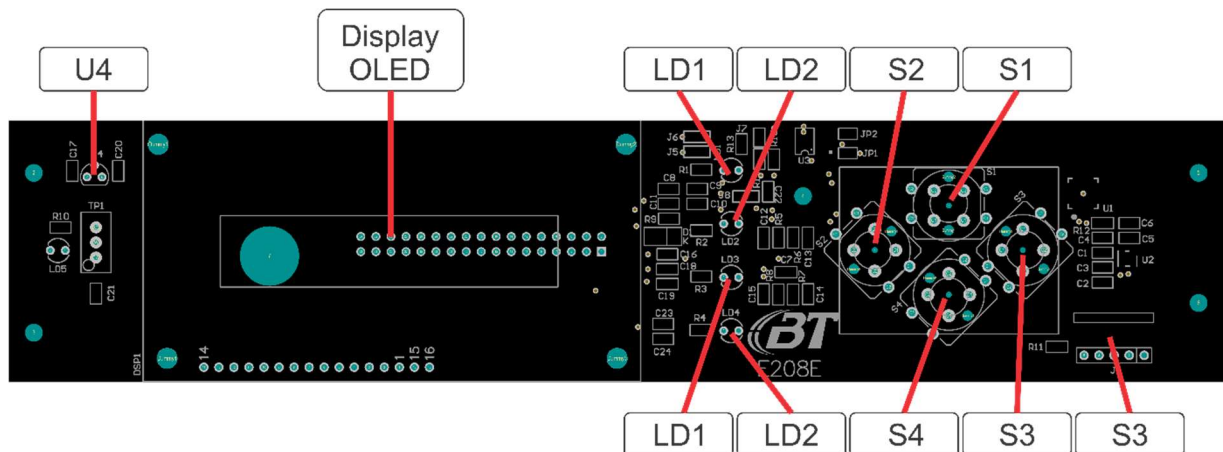


Figura 17: Painel Frontal – E208E

- **U4.** Sensor de temperatura do módulo.
- **LD1.** Led verde indicativo de automático 1.
- **LD2.** Led verde indicativo de automático 2.
- **LD3.** Led vermelho indicativo de alarmes atuais.
- **LD4.** Led amarelo indicativo de memória alarmes.
- **LD5.** Led verde indicativo de módulo ligado.

- **S1.** Chave de navegação indicativo de subida no menu.
- **S2.** Chave de navegação indicativo de Esc (voltar para a página anterior).
- **S3.** Chave de navegação Enter, indicativo de execução da função selecionada.
- **S4.** Chave de navegação indicativo de descida no menu.
- **TP1.** Ajuste de brilho do display. Não é usado com o display OLED.
- **USB.** Interface para configuração e verificação dos parâmetros do módulo. Poderá ser usada em serviço, porém não será usada quando o módulo estiver no transmissor, pois a interface deverá ser direcionada para o display HTML localizado na parte superior do gabinete do transmissor.

2.5.5 Comando dos módulos, E243B, Figura 18.

A placa E243B comanda o desligamento dos módulos do transmissor PA3K5S/E através do contato do relé RL1 situado na placa. A atuação do relé é feita a partir do sinal de comando digital C4 que vem da placa E231C conforme citado no item anterior. Importante também citar que além dos módulos é comandado o desligamento da placa excitadora E233B.

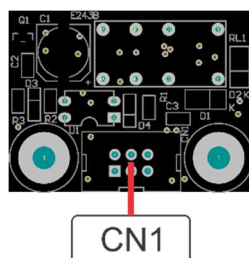


Figura 18: Comando de desligamento dos módulos

- CN1. Conector de acesso à placa.
- RL1. Relé de comutação, envia um sinal de terra para todos os módulos.

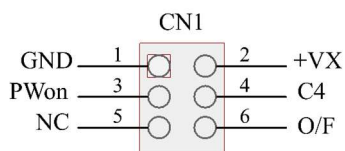


Figura 19: Conector CN1

- **PWon.** Sinal de comando para desligamento da RF na saída do módulo MC124S/E.
- **C4.** Sinal digital de comando vindo da placa E231C que atua em RL1.
- **O/F.** Sinal de terra, GND, enviado pelos contatos do relé que desabilita os módulos PA3K5S/E no modo Stand By.
- **+VX.** Alimentação de +16,5V para a placa E243B.

2.5.6 Fonte E150A.

A fonte E150A alimenta o conjunto de placas e ventiladores do módulo gerando as tensões +VX de 16,5V, -VX de -16,5V e também +VF de 8V a partir da entrada de AC de 220V nominais e com tolerância possível de 100Vac até 240Vac.

Seção 3: Módulo PA3K5S e PA3K5E:

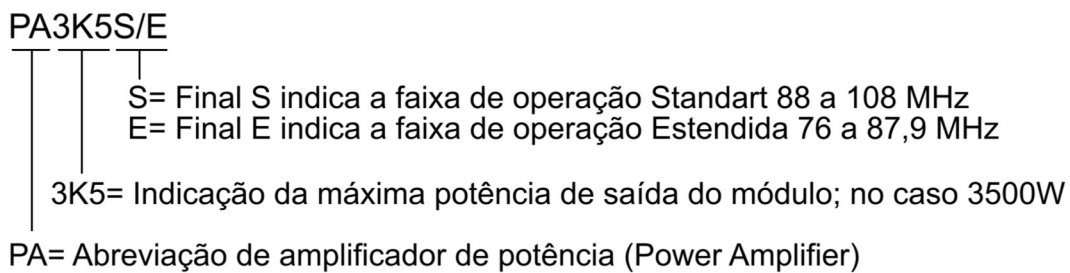
Os módulos PA3K5S e PA3K5E são as células amplificadoras básicas dos transmissores BT.

Fornecem potências de até 3500W e a partir da sua combinação, obtemos a potência desejada para o modelo específico de transmissor.

Os dois modelos referidos são similares mudando apenas a faixa de frequência de operação de cada um. *O sufixo S corresponde a todos os transmissores BT de FM que operam na faixa standard entre 88 a 108MHz, já os com sufixo E correspondem aos transmissores que operam na faixa estendida, ou seja, 76 a 87,9 MHz.*

É importante destacar que a nomenclatura apresentada vale somente para módulos e transmissores e não para placas eletrônicas onde o sufixo no modelo da placa indica a versão da mesma.

3.1 Nomenclatura.



3.2 Descrição do Módulo.

Suas estruturas mecânicas e eletrônicas são idênticas para os dois modelos diferenciando-se apenas em alguns poucos componentes do filtro final e do comprimento dos cabos dos divisores e somadores de RF.

São montados em gabinetes padrão para Rack 19 polegadas de 5U com estrutura metálica em alumínio sendo o painel frontal nas cores padrão BT com pintura eletrostática de alta resistência a impacto.

A Figura 20 apresenta o painel frontal e traseiro do módulo PA3K5S/E e os seus acessos.

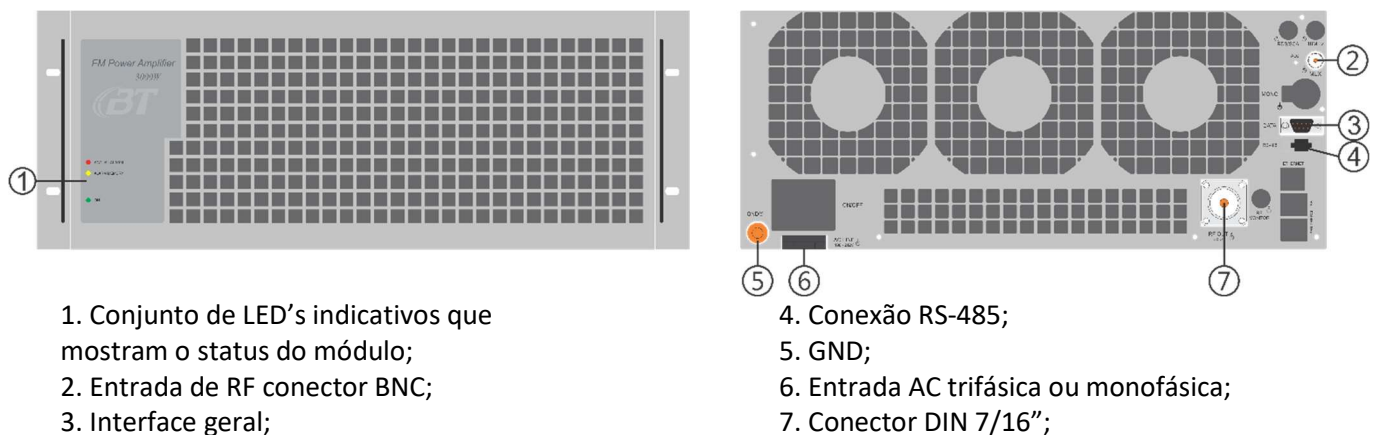
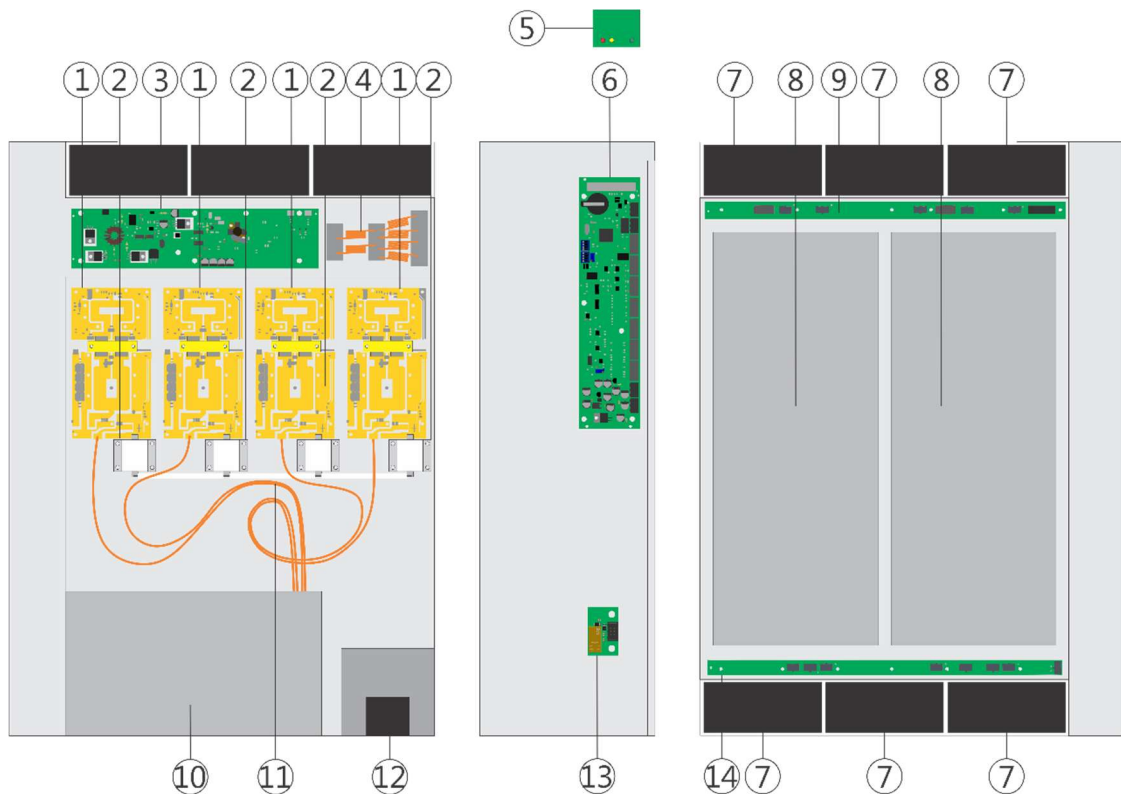


Figura 20: Painéis Frontal e traseiro módulo PA3K5S/E

3.3 Localização das partes no gabinete do módulo PA3K5S/E.



1. Amplificador de RF placa E185E;
2. Resistores de equilíbrio;
3. Excitador Placa E236B
4. Divisor de RF;
5. LED's painel frontal Placa E215B;
6. CPU placa E231C;
7. Ventiladores;
8. Fonte de alimentação PS3003T;

9. Placa E158E;
10. Gabinete do filtro final e adaptador de impedâncias;
11. Cabos do somador Wilkinson;
12. Entrada de rede AC;
13. Relé de comando placa E244B;
14. Placa E159E.

Figura 21: Localização das partes do gabinete

3.4 Diagrama em blocos:

O diagrama em blocos da Figura 22 mostra a arquitetura básica do módulo amplificador PA3K5S/E.

O sentido do sinal de RF que está presente na entrada do amplificador excitador da placa E236B é amplificado para cerca de 25W e é dividido em quatro sinais iguais em amplitude e fase, com potência de aproximadamente 6W que são suficientes para os módulos amplificadores das placas E185E. Estas por sua vez elevam a potência na sua saída para cerca de 900W cada, também com mesmas amplitudes e fases para serem somadas e finalmente obtermos a potência final do módulo em torno de 3500W. Para esses valores numéricos aqui citados não estamos levando em consideração as perdas normais de inserção entre os estágios, por isso fizemos arredondamentos e usamos as palavras “cerca de”.

O módulo é resfriado com ventilação forçada por seis ventiladores de alta performance que em condições normais de temperatura externa, operam com potência reduzida, cerca de 60% de sua potência nominal. Sua rotação varia conforme as condições de temperatura do ambiente, etc.

Há duas fontes DC/DC, modelo PS3003T/M, conforme mostra o diagrama abaixo, Figura 22.

Fornecem a alimentação para todas as partes do módulo, já que internamente elas possuem as fontes auxiliares +VX e -VX e também as fontes variáveis dos ventiladores; +VF.

As alimentações +VC1 e +VC2 alimentam os amplificadores de RF. São tensões variáveis controladas pela CPU que determinam a potência de saída final do módulo PA3K5S/E.

Os circuitos do módulo são supervisionados e controlados pela CPU E231C. Note que os “Sinais de interface” como aparecem presentes em todos os blocos, vêm da CPU e são os sinais de alarmes, comandos, medidas e de endereçamento.

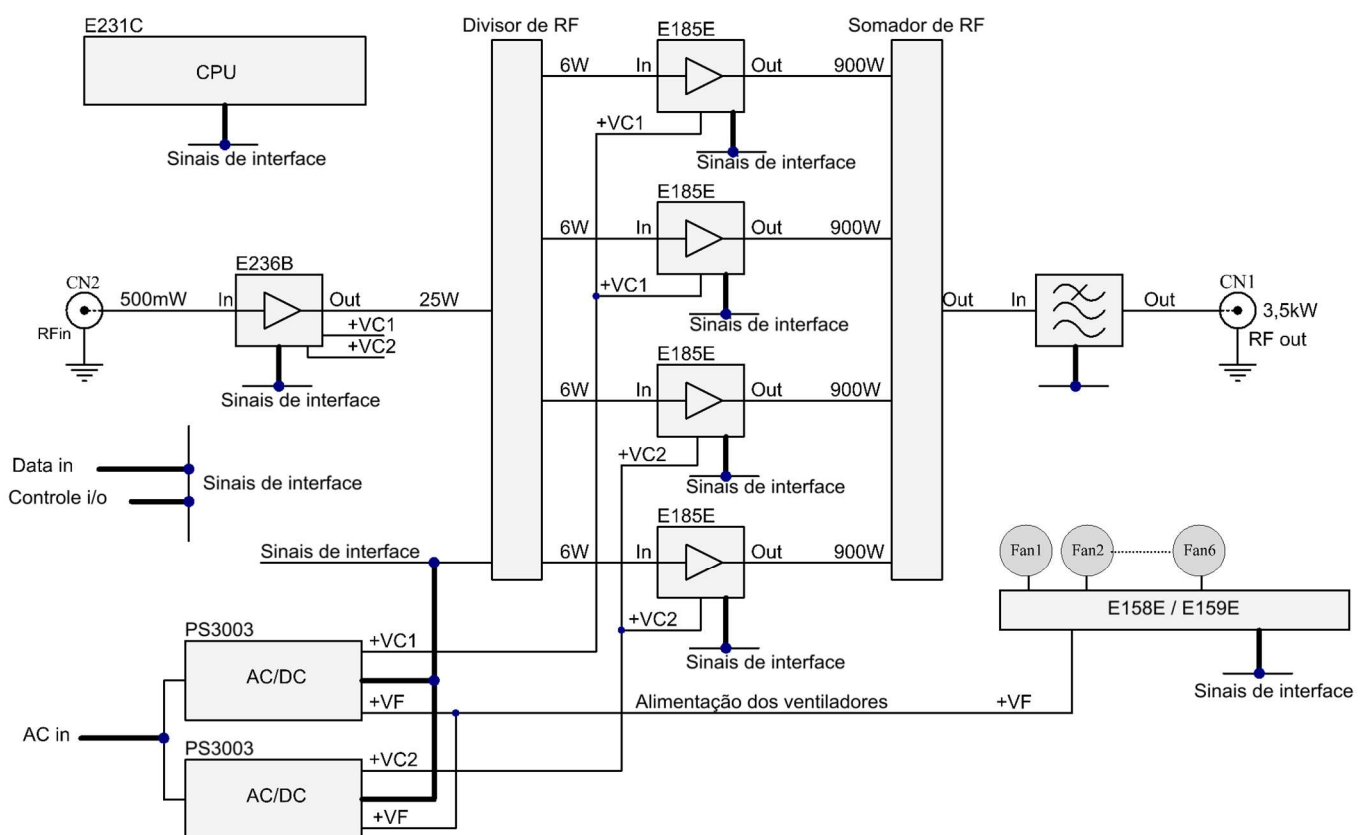


Figura 22: Diagrama em blocos PA3K5S/E

3.5 Descritivo e funcionamento:

3.5.1 Excitadora de RF, E236B, Figura 23.

O sinal de 500mW ou mais é amplificado na E236B até cerca de 25W e a seguir enviado para o divisor de potência de RF que divide em quatro saídas de 6,25W para os amplificadores de 900W; placa E185E.

A placa E236B é composta pelo amplificador de RF e também por um conversor DC/DC que regula a tensão variável vinda das fontes principais +VC1 e +VC2 reduzindo a sua saída para cerca de 20V estabilizados. Como a fonte principal é variável, pois a potência final do módulo é controlada pela tensão +VC1 e +VC2 e os valores de

+VC1 e +VC2 podem chegar bem próximos a zero volt, então para tensões de +VC1 e +VC2 acima de 20V o regulador DC/DC estabiliza a sua tensão de saída. Quando os valores de +VC1 e +VC2 ficam baixos, entre 16V e 20V, a tensão de saída do regulador DC/DC se reduz causando a diminuição da potência de saída do amplificador excitador, o que não causa problemas para a excitação dos amplificadores de saída, já que com +VC1 e +VC2 reduzido, a potência de saída final também estará reduzida exigindo menor excitação.

Para valores de +VC1 e +VC2 abaixo de 16V, entra então a alimentação auxiliar do excitador reduzindo ainda mais a potência de excitação, porém mantendo segura a operação dos amplificadores na saída do módulo. Isto não acarreta uma mudança significativa de rendimento final do conjunto.

O sinal PWon vindo da placa E244B corta a potência de saída da placa sempre que o módulo for posto na condição de stand by.

Duas saídas de medidas que vão para a placa E231C são disponibilizadas, são elas, as medidas de potência de saída e de ondas estacionárias da placa; chamadas de medidas FWDe e SWRe.

Abaixo está o desenho da placa com a localização dos seus acessos.

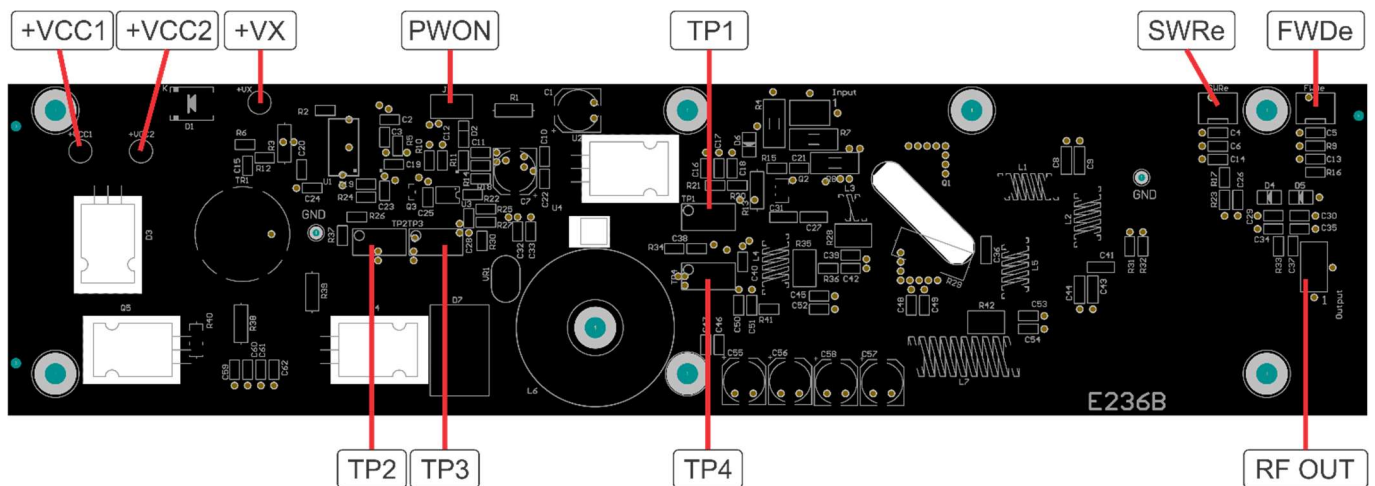


Figura 23: Excitador RF - E236B

- **TP1.** Potenciômetro de polarização do transistor de entrada de RF**.
- **TP2.** Potenciômetro de ajuste fino da tensão de saída da fonte DC/DC situado na placa E236B, que, como consequência ajusta a potência de saída da placa**.
- **TP3.** Potenciômetro de ajuste do limiar de desarme de proteção por excesso de temperatura no excitador. Ajustado para desarmar a saída de RF da placa em 65°C.
- **TP4.** Potenciômetro de ajuste de polarização do transistor de saída do excitador; MRF171**.
- **+VC1 e +VC2.** Tensões de alimentação da placa E236B vindas das fontes principais.
- **+VX.** Tensão auxiliar de +16,5V.
- **PWon.** Comando de bloqueio de RF no modo Stand By.
- **FWDe.** Amostra DC de potência de saída de RF da placa
- **SWRe.** Amostra DC de ondas estacionárias na saída de RF da placa.

**** Não é aconselhável fazer os ajustes destacados sem prévio conhecimento e instrumental adequado.**

3.5.2 Divisor de RF.

O circuito divisor de RF utilizado é do tipo Wilkinson com uma entrada e quatro saídas em 50 ohms, todas rigorosamente iguais em fase e amplitude para garantir aos amplificadores subsequentes, as placas E185E, uma operação equilibrada.

É formado por um conjunto de cabos de 50 ohms do tipo RG178 com dielétrico de PTFE cortados em $\frac{1}{4}$ de comprimento de onda bem no centro da banda em questão, 98MHz para os módulos PA3K5S e 82MHz para os módulos PA3K5E. Também fazem parte do circuito um conjunto de resistores para absorver possíveis desequilíbrios devido a parada de operação de um ou mais amplificadores.

3.5.3 Placa amplificador E185E.

A placa E185E, amplificador de RF, é baseada no transistor LDMOS do tipo BLF188XR de alto rendimento e performance. Utiliza-se da tecnologia de acoplamento de entrada e saída através de transformadores coplanares de alto rendimento que dispensa a utilização de cabos para casamento de impedâncias, isto simplifica o projeto e facilita muito a manutenção. Sua configuração é em Push Pull classe AB o que garante um excelente rendimento e linearidade.

O amplificador recebe o sinal com aproximadamente 6W vindo do divisor de potência e amplifica até os 900W necessários. O seu ganho é de cerca de 21,7dB.

A redução de potência de saída dos amplificadores se dá pela redução da tensão +VC e nunca pela redução da excitação de entrada, embora a redução excessiva de +VC causa a redução compulsória da excitação. Esta escolha no projeto garante uma ótima estabilidade do amplificador além de manter uma rastreabilidade maior entre a relação de potência e rendimento final do módulo, mesmo em potências muito baixas.

O material dielétrico da placa é a base de teflon do tipo RF35 com banho de cobertura das trilhas em ENIG (ouro e níquel) que junto com a tecnologia LDMOS, possibilitam um alto desempenho elétrico e durabilidade dos componentes.

São quatro amplificadores E185E no módulo PA3K5S/E cada um com potência de saída de 900W.

3.5.4 Combinador de RF.

A função do Combinador é somar a potência entregue por cada amplificador E185E e entregar ao filtro de saída com a menor perda possível.

É formado por um conjunto de cabos de 50 ohms do tipo RG142 com dielétrico de PTFE cortados em $\frac{1}{4}$ de comprimento de onda bem no centro da banda em questão; 98MHz para os módulos PA3K5S e 82MHz para os módulos PA3K5E. Também fazem parte do circuito um conjunto de resistores para absorver possíveis desequilíbrios devido a perda de um dos amplificadores E185E ou até mesmo às diferenças normais de tolerância de ajustes ou componentes.

Também faz parte do somador uma linha de 90 graus adaptadora de impedâncias com $Z_0=25$ ohms, construída em Microstrip com meio dielétrico de PTFE.

Este conjunto adapta a entrada do filtro às saídas de cada amplificador E185E.

3.5.5 Filtro final.

O circuito do filtro final tem a função de remover os harmônicos gerados anteriormente nos amplificadores de RF. É um filtro simétrico de oitava ordem e entrega uma excelente linearidade de carga aos amplificadores de RF, condição fundamental para manter o rendimento do transmissor elevado na utilização de todas as frequências dentro da banda em questão.

É formado por um conjunto de indutores e capacitores impressos e no mesmo gabinete do filtro está a linha de 25 ohms adaptadora de impedâncias, acima citada. Há ainda as sondas de FWD e SWR com os seus circuitos associados.

A placa desse conjunto é feita no material RF35 a base de PTFE (teflon) para garantir uma excelente estabilidade térmica e de produção. Com isso temos capacitores e linhas impressas com baixíssima tolerância de valores e excelente precisão.

A placa que compõe o filtro é a E160F para transmissores da faixa de 88 a 108MHz e a placa E264A para a faixa estendida. A diferença entre ambas é a frequência de corte do filtro, sendo que seus coeficientes são iguais para ambos modelos.

3.5.6 CPU, E231C, Figura 24.

A placa E231C do módulo PA3K5S/E reúne os sinais de alarmes, de comandos e de medidas, empacota-os e transmite via RS485 para os módulos MC124S/E e para o módulo do display que por sua vez, apresenta-os em HTML na tela superior do transmissor.

A placa completa compõe um conjunto de entradas digitais e analógicas além de comandos digitais e outras funções que serão mostradas a seguir junto com a localização de Jumps e chaves de programação, potenciômetros de ajustes, etc...

Abaixo está o desenho da placa com a localização dos seus acessos.

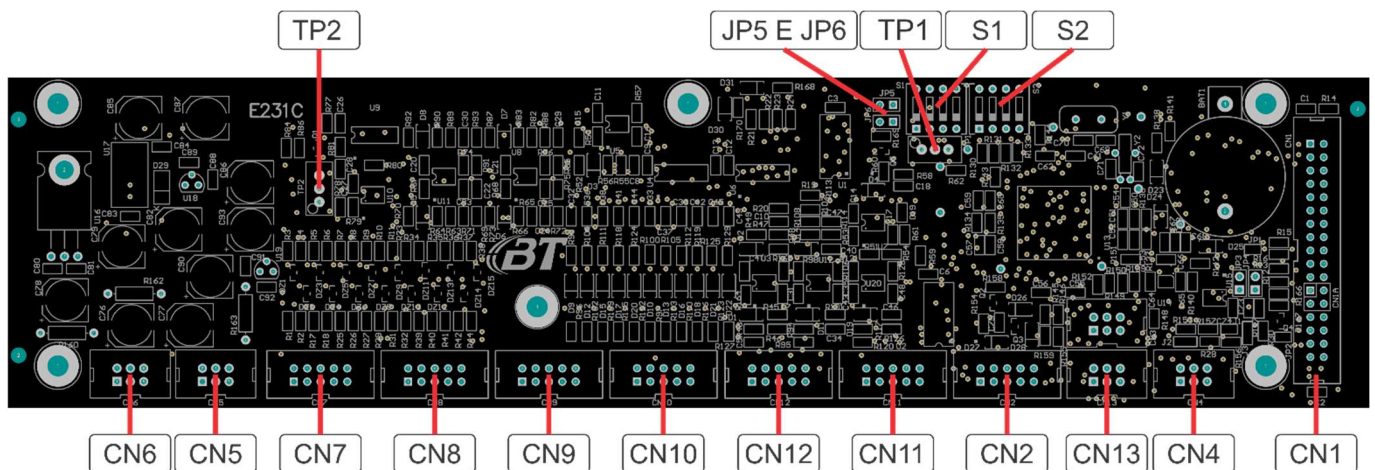


Figura 24: CPU - E231C

- **CN1.** Conector de interfaceamento para os LED's indicativos no painel frontal do módulo.
- **CN2.** Não utilizado neste módulo.
- **CN3.** Acesso para interface UART, utilizado para carregar o software do microcontrolador.
- **CN4.** Acesso de dados TX, RX, para o conversor RS485.
- Conectores de entrada e saída de alimentação +VX e -VX.
- **CN7/CN8.** Entradas digitais programáveis D0 a D15, utilizadas para alarmes e sinalização.

- Poderão ser programadas como sinalizadores, alarmes ou comandos de redução de potência. São no total 15 entradas.
- **CN9/CN10.** Entradas analógicas programáveis K0 a K5 e K7 a K15 utilizadas para medidas analógicas. K6 não está disponibilizada neste conector por ser medida interna de temperatura. Poderão ser programadas como lineares, quadráticas com ou sem comandos adicionais. São no total 15 entradas.
- **CN11.** Saída de comandos digitais, bits C1, C2, C3, C4 e C5. Também disponibiliza TX e RX para interface.
- **CN12.** Conector de acesso geral, sinais APC, EPC, VU desvio, VU entrada e PLR.
- **CN13.** Conector de acesso à interface SPI. Envia sinais desta interface para programar o PLL na placa E203H. Esta interface não é utilizada nos módulos PA3K5S e PA3K5E.
- **TP1.** Ajuste fino da potência de saída do módulo.
- **TP2.** Ajuste do limiar de desarme do módulo por transientes na saída de RF ou estacionária excessiva no mesmo ponto.
- **JP5.** Jump para seleção da posição EPC, deverá ser realizado quando a placa E231C está dentro de um módulo PA3K5S/E. A posição EPC é o nível DC de comando de potência do transmissor vindo do módulo MC124S/E para os módulos PA3K5S/E. A denominação EPC significa “Controle Externo de Potência”.
- **JP6.** Jump para seleção do sinal APC. Não é realizado no módulo PA3K5S/E, pois o comando de potência vem do módulo MC124E/S entrando pelo JP5 que é o controle externo de potência EPC.
- **S2.** Conjunto de chaves de programação, vide tabela 3, que determinam o endereço do módulo em questão. Cada módulo receberá um endereço de 0 até N onde N é o número de módulos do transmissor.
- **S1.** Conjunto de chaves de programação de direcionamento de interface, tabela 4, que permite escolher entre enviar o sinal de monitoramento para a interface USB localizada na parte frontal do módulo ou para a RS485 localizada na parte traseira do módulo.

Seguem as tabelas para endereçamento e a posição das chaves de S1 e S2:

Módulo	Conjunto de Chaves S2			
	SW1	SW2	SW3	SW4
Módulo 0	on	on	on	on
Módulo 1	on	off	off	off
Módulo 2	off	on	off	off
Módulo 3	on	on	off	off
Módulo 4	off	off	on	off
Módulo 5	on	off	on	off
Módulo 6	on	on	on	off
Módulo 7	off	off	off	on
Módulo 8	on	off	off	on
Módulo 9	off	on	off	on
Módulo 10	on	on	off	on
Módulo 11	off	off	on	on
Módulo 12	on	off	on	on

Tabela 5: Seleção de endereçamento módulos

Interface	Conjunto de Chaves			
	SW1	SW2	SW3	SW4
Direcionamento RS485 parte traseira	off	off	on	on
Direcionamento USB dianteira	on	on	off	off

Tabela 6: Direccionamento de interface

➤ **Entradas digitais, conectores CN7 e CN8.**

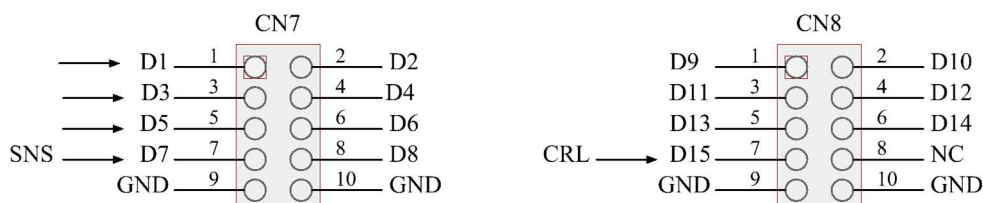


Figura 25: Entradas digitais

As entradas digitais D1 a D15 conforme mostra a Figura 26, são do tipo coletor aberto e podem ser programada independente uma da outra por dois modos básicos: como entrada de sinalização ou entrada de alarme. Quando acionada no modo sinalização o microcontrolador envia um sinal via RS485 para acionamento de algum marcador no display do transmissor. Quando acionada no modo alarme, além de sinalizar no display há o aviso de alarme presente no transmissor, desencadeando o processo de armazenamento e processamento da informação. Nem todas as entradas são iguais e algumas apresentam funções especiais. A seguir vamos citar as suas funções no módulo PA3K5S/E e suas peculiaridades.

- **D1 a D6.** Usadas no modo alarme e avisa baixa rotação dos ventiladores do módulo.
- **D7 a D13.** Não utilizados neste módulo.
- **D14.** Aviso de módulo em Standby, zera a potência do módulo e sinaliza o status.
- **D15.** BMA, bloqueio de memória de alarmes.
- **D16.** Não disponível no conector, conexão interna para alarme de transientes na saída de RF.

➤ **Entradas analógicas, conectores CN9 e CN10:**

As entradas analógicas utilizadas no módulo PA3K5S/E são mostradas abaixo com a localização de cada uma no pino do conector correspondente.

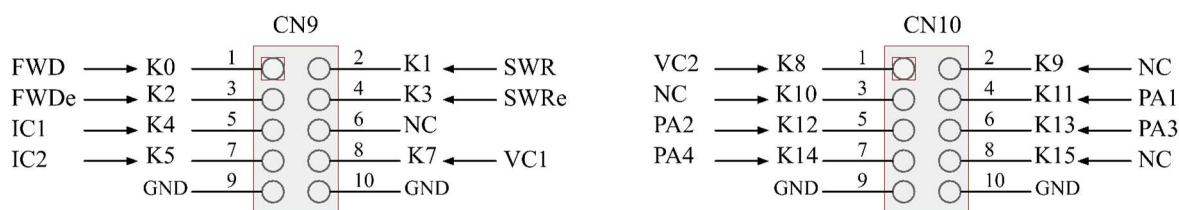


Figura 26: Entradas analógicas

- **FWD.** Sinal DC de amostra de potência do módulo vindo da sonda de RF localizada na placa E160F ou E264A, junto ao conector 7 1/16". A entrada K0 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo.
- **SWR.** Sinal DC de amostra de ondas estacionárias do módulo vindo da sonda de RF localizada na placa E160F ou E264A, junto ao conector 7 1/16". A entrada K1 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo. Há

associado a essa medida um limiar de alarmes de excesso de estacionária, que reduz a potência do módulo ou até mesmo corta a sua potência de saída.

- **FWDe.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na placa E236B, leva a informação de potência de saída do excitador. A entrada K2 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo.
- **SWRe.** Sinal DC de amostra vindo da sonda localizada na placa E236B, leva a informação de ondas estacionárias de saída do excitador. A entrada K3 é programada no modo quadrático e seu fundo de escala é ajustado em fábrica durante os testes finais do módulo.
- **IC1 e IC2.** Sinal DC de amostra de corrente das fontes 1 e 2 respectivamente. São programadas no modo linear e seus fundos de escalas são ajustados em fábrica. Há associado a essas medidas um limiar de alarmes indicando corrente baixa como alerta de fonte desativada.
- **VC1 e VC2.** Sinal DC de amostra da tensão das fontes 1 e 2 respectivamente. São programadas no modo linear e seus fundos de escalas são ajustados em fábrica.
- **PA1 a PA4.** Sinal DC de amostra de potência de saída dos amplificadores das placas E185E. Estas entradas são programadas no modo quadrático e seus fundos de escalas são ajustados em fábrica.

➤ Comandos digitais.



Figura 27: Comandos digitais

São apenas dois comandos digitais necessários para os módulos PA3K5S/E, estão listados a seguir:

- **C4.** Sinal digital de comando direcionado para as fontes PS3003T/M que liga ou desliga o módulo colocando-o em modo Stand By.
- **EPC.** Nível DC de comando externo de potência vindo do módulo MC124S/E. Para que seja habilitada essa função é necessário que seja executado o Jump JP5 e aberto o Jump JP6.

3.5.7 Comando Liga/Desliga - E244B. Figura 28.

A placa E244B comanda o desligamento dos módulos do transmissor PA3K5S/E através do contato do relé RL1 situado na placa. A atuação do relé é feita a partir do sinal de comando digital C4 que vem da placa E231C. Importante também citar que além dos módulos é comandado o desligamento da placa excitadora E233B localizada no módulo MC121S/E.

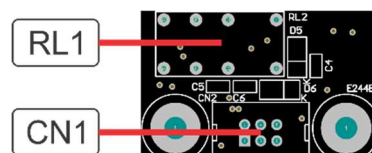


Figura 28: Comando liga/desliga - E244B

➤ CN1. Conector de acesso à placa.

- **D14.** Sinal digital direcionado para a placa E231C que aciona o comando C4 e coloca o módulo em Stand By.

- **O/F**. Sinal de acionamento de RL1 que vem da placa E243B localizada no módulo MC124S/E que serve para acionar D14.

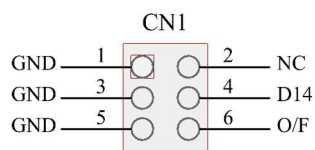


Figura 29: Conector CN1

3.5.8 Interface de sinais, placa E158E. Figura 30.

A placa E158E têm por função fazer a interface entre os conversores DC/DC, fontes PS3003T/M e os demais circuitos do módulo além da detecção dos sinais de rotação dos ventiladores e convertê-los em níveis lógicos para monitoramento na CPU E231C.

Abaixo temos a placa E158E com a localização de seus acessos e o significado de cada sinal com o direcionamento dos mesmos.

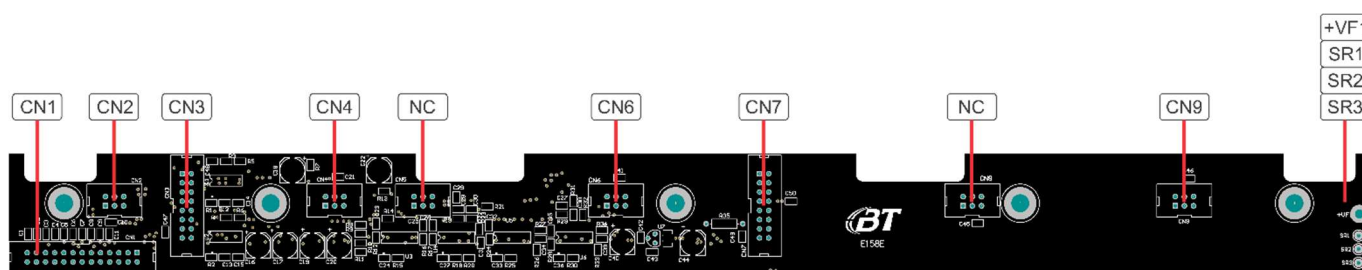


Figura 30: Interfreamento de ligações E158E

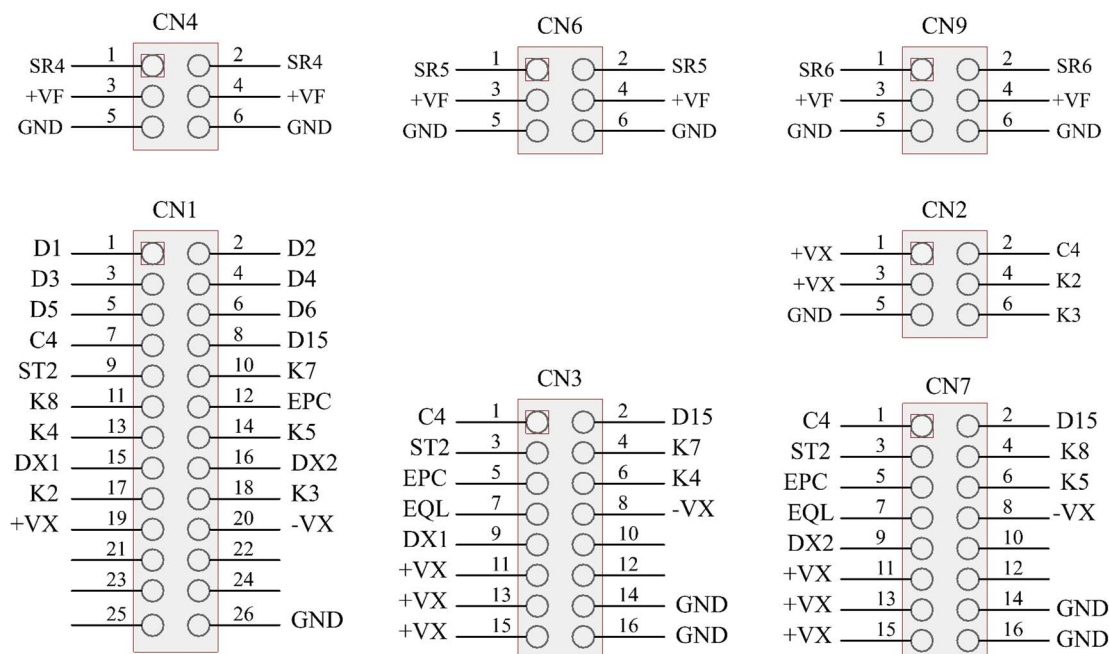


Figura 31: Conexões E158E

- **SR1, SR2 e SR3**. Sinais pulsantes de amostras de rotação dos ventiladores Fan1, Fan2 e Fan3, vêm da placa E159E e se juntam aos sinais SR4, SR5 e SR6 onde serão transformados em sinais digitais para serem enviados até a CPU.

- **SR4, SR5 e SR6.** Sinais pulsantes de amostras da rotação dos ventiladores Fan4, Fan5 e Fan6, são transformados em sinais digitais e são enviados para a CPU.
- **+VF.** Tensão contínua e variável de alimentação dos ventiladores, vem das fontes PS3003T via placa E159E, e o seu valor depende da temperatura no ponto de medidas dos sensores.
- **+VX e -VX.** Tensões auxiliares vinda das fontes PS3003T/M para alimentação das placas do módulo PA3K5S/E.
- **C4.** Sinal de comando digital que serve para colocar as fontes PS3003T/M em modo standby.
- **K2.** Sinal analógico proporcional a potência de saída do amplificador E236B. Chega no conector CN2 e é direcionado para o conector CN1 dentro da placa E158E. Do conector CN1 vai para a CPU, placa E231C.
- **K3.** Sinal analógico proporcional à estacionária no amplificador E236B. Chega no conector CN2 e é direcionado para o conector CN1 dentro da placa E158E. Do conector CN1 vai para a CPU, placa E231C.
- **K4.** Sinal analógico proporcional a corrente IC1. Chega da fonte 1 via conector CN3 e é direcionado para CN1 dentro da placa E158E onde vai para a CPU, placa E231C, para processamento das medidas.
- **K5.** Sinal analógico proporcional a corrente IC2. Chega da fonte 2 via conector CN7 e é direcionado para CN1 dentro da placa E158E onde vai para a CPU, placa E231C, para processamento das medidas.
- **K7.** Sinal analógico proporcional a tensão VC1. Chega da fonte 1 via conector CN3 e é direcionado para CN1 dentro da placa E158E onde vai para a CPU, placa E231C, para processamento das medidas.
- **K8.** Sinal analógico proporcional a tensão VC2. Chega da fonte 2 via conector CN7 e é direcionado para CN1 dentro da placa E158E onde vai para a CPU, placa E231C, para processamento das medidas.
- **D1 a D6.** Sinal digital de alarme de rotação dos ventiladores Fan1 a Fan6 respectivamente. Vai para a CPU placa E231C. Vem da
- **D15.** Sinal digital para bloqueio da memória de alarmes BMA. Chega das fontes 1 e 2, via conectores CN3 e CN7 e é direcionado para CN1 dentro da placa E158E onde vai para a CPU, placa E231C, para processamento. Esse sinal vai do estado lógico "1" para "0" instantaneamente quando for desligado o transmissor.
- **ST2.** Sinal analógico proporcional a temperatura dos dissipadores das fontes 1 e 2. Chega nos conectores CN3 e CN7 e é direcionado para o conector CN1 dentro da placa E158E. O sinal ST2 junta-se ao sinal ST1 na placa da CPU, E231C e após processados indicam qual é a maior temperatura do módulo.
- **EPC.** Sinal analógico vindo da CPU, E231C, chega na placa E158E pelo conector CN1 e é distribuído para as duas fontes pelos conectores CN3 e CN7. Sua função é a de controlar a potência de saída do módulo.
- **EQL.** Sinal de equalização entre as fontes, é a utilizado quando ambas fontes estiverem conectadas em paralelo. O sinal EQL é interno à placa E158E e está ligado entre os conectores CN3 e CN7.
- **DX1 e DX2.** Sinais digitais de alarmes das fontes 1 e 2 respectivamente. Não são utilizados nos módulos PA3K5S/E.

3.5.9 Interface de sinais, E159E, Figura 33.

A alimentação dos ventiladores chega à placa E159E vinda das fontes PS3003T/M, sinal +VF e é direcionada para os ventiladores Fan1, Fan2 e Fan3 e também para a placa E158E que alimenta os ventiladores Fan4, Fan5 e Fan6.

Abaixo temos a placa E159E com a localização de seus acessos, o significado de cada sinal e o direcionamento dos mesmos.



Figura 32: Interface de sinais E159E

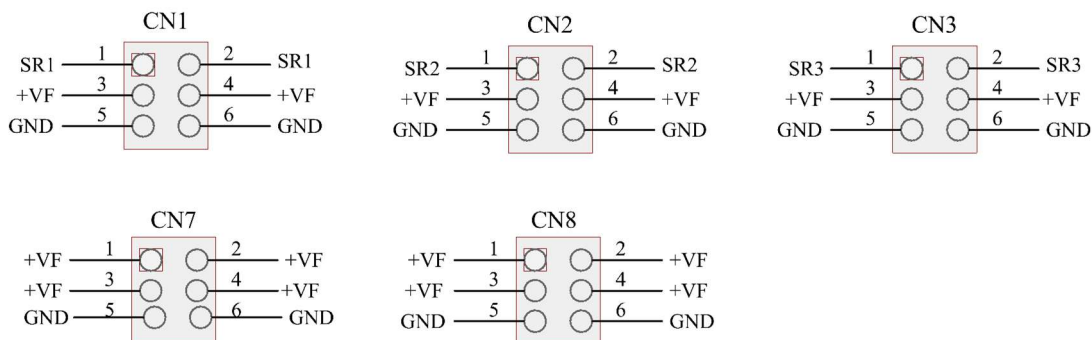


Figura 33: Conexões E159E

- **SR1, SR2 e SR3:** Sinais pulsantes de amostras de rotação dos ventiladores Fan1, Fan2 e Fan3, são direcionados para a placa E158E transformados em sinais digitais para serem enviados até a CPU.
- **+VF:** Tensão contínua e variável de alimentação dos ventiladores, vêm das fontes PS3003T/M, alimentam os ventiladores Fan1, Fan2 e Fan3 e é direcionada para a placa E158E. Seu valor depende da temperatura no ponto de medida dos sensores.

3.5.10 Fontes PS3003T/M, Figura 34.

As fontes PS3003T/M** são responsáveis pela alimentação do módulo PA3K5S/E.

Seu funcionamento baseia-se em um conversor DC/DC com saída variável e programado via CPU podendo-se variar a sua saída a partir de valores próximos a zero volt até 50V. Sua potência máxima é de 3000W com saída em 48V e seu rendimento total atinge 96% na máxima potência.

Seu gabinete possui três saídas para alimentação do módulo: a) a tensão variável de alimentação dos ventiladores, b) as tensões auxiliares que alimentam os circuitos de controle do módulo, c) a tensão principal para alimentação de potência do módulo.

** A nomenclatura T ou M descrita no final do modelo da fonte significa que a fonte é trifásica T ou monofásica M.

A seguir temos o desenho do gabinete externo da fonte PS3003T/M e seus conectores, também o endereçamento e significado dos sinais nos pinos de cada conector.

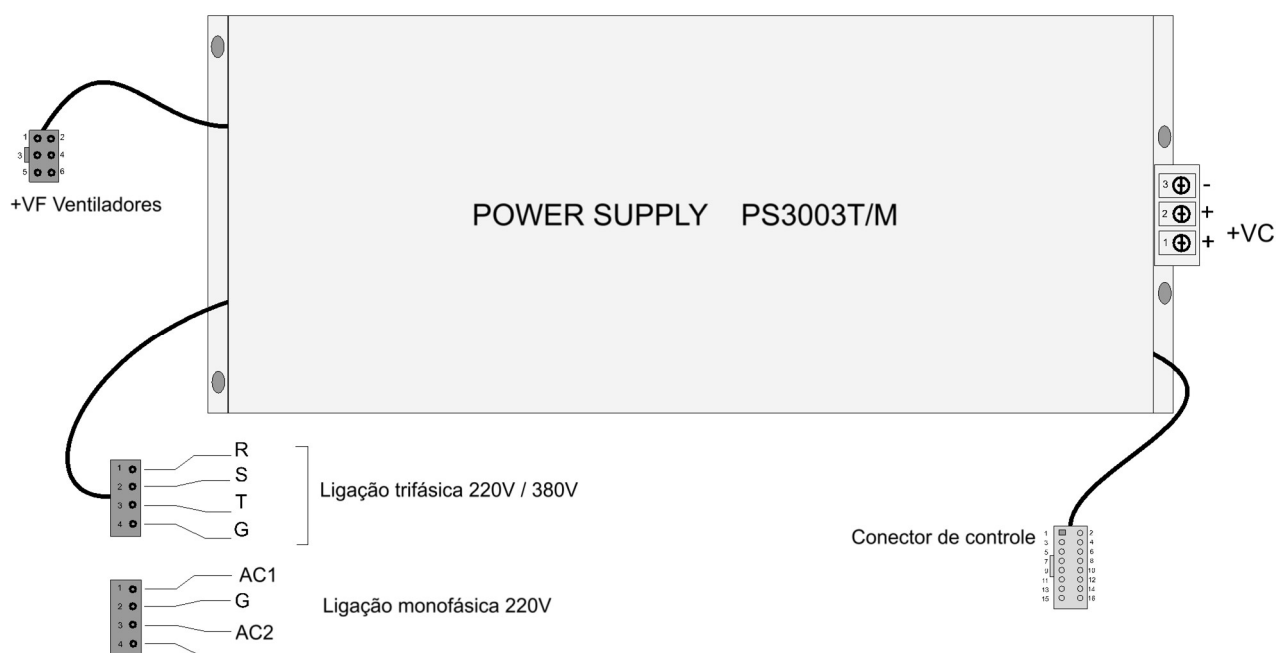


Figura 34: PS3003T/M

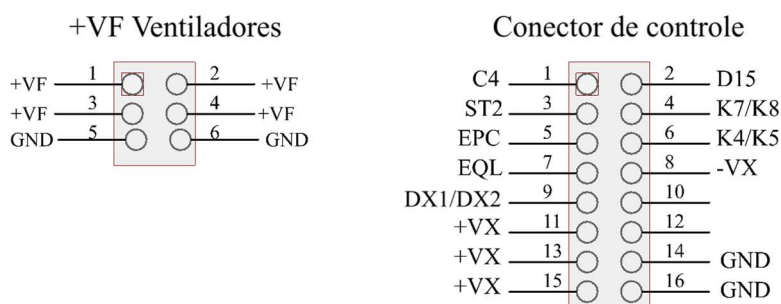


Figura 35: Conexões PS3003T/M

- **+VX e -VX.** Tensões auxiliares para alimentação das placas do módulo PA3K5S/E.
- **C4.** Sinal de comando digital, coloca a fonte PS3003T/M modo standby.
- **K4 / K5.** Sinais analógicos proporcionais as correntes de saída de cada fonte, mede as correntes e são enviados para a CPU.
- **K7 / K8.** Sinais analógicos proporcionais as tensões de saída de cada fonte, mede as tensões e são enviados para a CPU.
- **D15.** Sinal digital para bloqueio da memória de alarmes BMA, é gerado dentro de cada fonte a cada vez que é cortada a sua alimentação primária. É enviado à CPU para durante o desligamento bloquear a memória de alarmes para que não sejam copiados erros durante o desligamento.
- **ST1 / ST2.** Sinais analógicos proporcionais a temperatura dos dissipadores e enviados para medida na CPU. Internamente se a temperatura dos dissipadores dos conversores atingirem o valor de 65°C, a saída DC é desligada por proteção. Esse valor pode ser ajustado.
- **EPC.** Sinal analógico vindo da CPU, E231C para controle da saída DC da fonte principal. Seu valor fica entre zero e +6 Volts.
- **EQL.** Sinal de equalização entre as fontes. É a utilizado quando ambas fontes estiverem conectadas em paralelo.
- **DX1 e DX2.** Sinais digitais de alarmes das fontes. Não são utilizados nos módulos PA3K5S/E.

➤ **A Proteções gerais do módulo PA3K5S/E.**

Para o bom funcionamento, o módulo PA3K5S/E apresenta proteções na entrada da rede elétrica, proteções térmicas e proteções de RF.

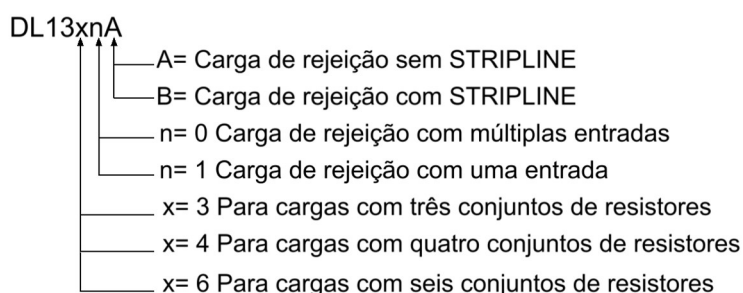
- **Entrada de AC:** Pela parte externa do módulo, colocada no gabinete principal do transmissor há um disjuntor térmico magnético, curva B, que opera em conjunto com os varistores postos dentro do módulo e mais um conjunto de fusíveis e fusistores que protegem contra danos maiores nas fontes PS3003T/M. O circuito PFC baseado no modo de operação contínuo CCM com frequência de operação fixa, evita perda de sincronismo causados por irregularidades na rede AC, isto garante maior segurança de operação onde hajam redes elétricas instáveis ou até mesmo alguma instabilidade devido a fatores externos ocasionados por temporais e maus contatos em chaves interruptoras.
- **Proteções térmicas:** São proteções contra o aumento de temperatura nos componentes sensíveis ao calor e se localizam próximos aos dissipadores de calor, atuam reduzindo a potência final do módulo ou até mesmo desligando o módulo em casos extremos.
- **Proteções de RF:** As proteções de RF estão presentes nas saídas do estágio excitador e saída final de RF do módulo. Na saída do módulo há dois modos de proteção: Por ondas estacionárias ou por transientes. Por ondas estacionárias a proteção é um pouco mais lenta e atua quando o valor das ondas estacionárias aumenta até o nível de redução de potência do módulo. Por transientes a proteção atua mais rapidamente cortando a potência do módulo e indicando o alarme de “RF surge”. Após esse último evento um contador de 10 segundos entra em ação fazendo retornar à potência do módulo numa rampa lenta que dura em torno de 1 segundo.

Seção 4: Módulo DL1330S/E

A carga de rejeição ou de desequilíbrio tem como função principal absorver a energia gerada pelo desequilíbrio entre módulos de potência. Como sabemos a potência final gerada pelo transmissor é igual à soma de cada parcela que cada módulo contribui. Também é de se esperar que por mais iguais que forem os módulos geradores, sempre haverá uma diferença entre eles. Normalmente, dentro de uma certa tolerância de ajuste, o módulo "A" terá um percentual de ganho ou de diferença de fase mesmo que muito pequeno maior ou menor que o módulo "B" e assim por diante. Essas diferenças se somam e poderão tornar-se significativas no contexto. Também em caso de perda de um ou mais módulos essas diferenças se tornam maiores. Então, carga de desequilíbrio entra em ação e dissipa a energia excedente evitando, sobremaneira que esta atinja os transistores de potência ou outros componentes envolvidos. Desta forma evita-se danos nos componentes e até mesmo geração de espúrios indesejáveis na saída final do transmissor.

4.1 Nomenclatura.

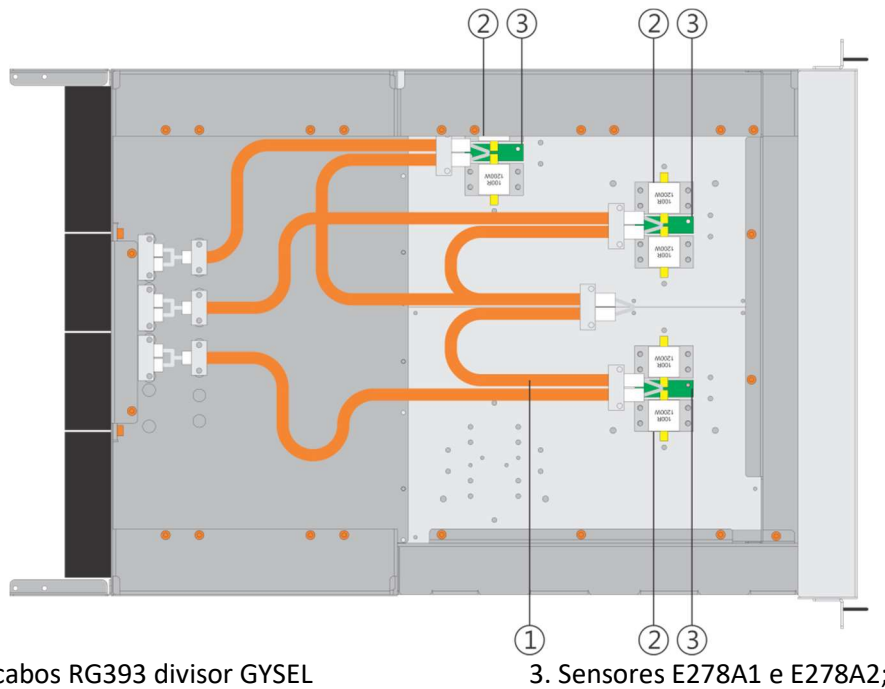
Abaixo segue a descrição da nomenclatura geral utilizadas para as cargas de rejeição dos três modelos citados.



EX: DL1330B= Carga de rejeição utilizada em um transmissor FM18KS/E com três entradas.

4.2 Descrição do módulo.

A Figura 36 mostra o desenho básico da carga de rejeição DL1330 e a distribuição das suas partes internas.

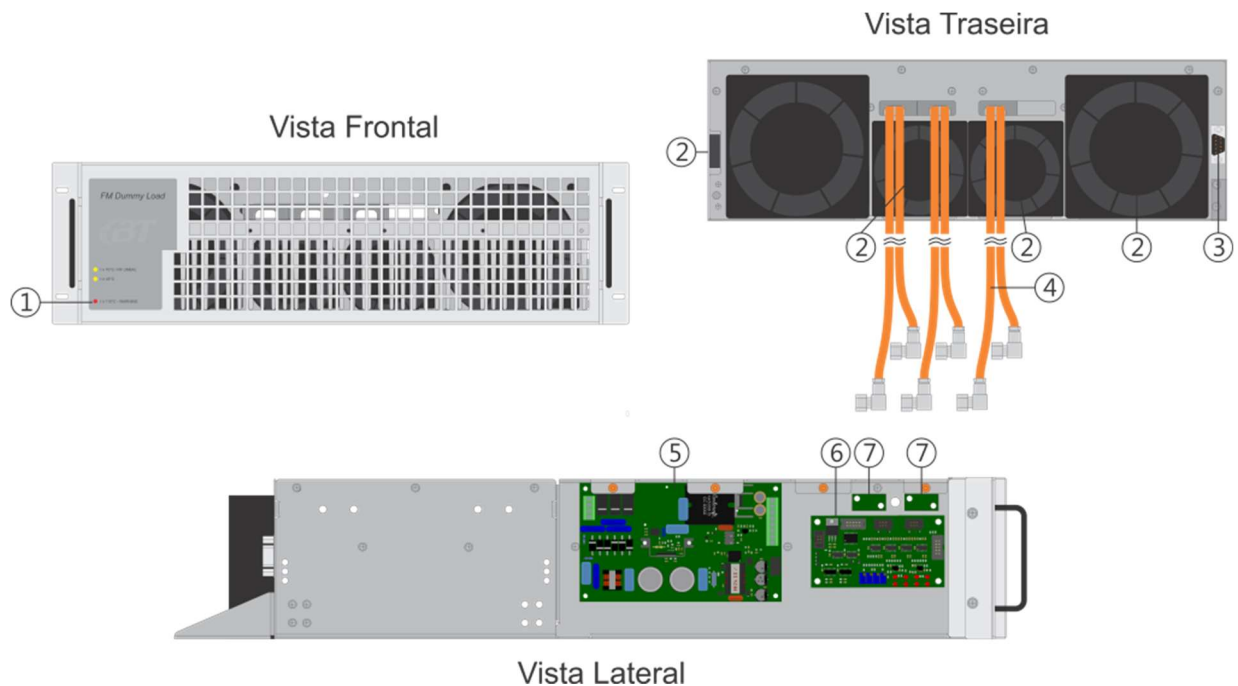


1. Conjunto de cabos RG393 divisor GYSEL
2. Conjunto de resistores flangeados de 100R;

3. Sensores E278A1 e E278A2;

Figura 36: Vista superior DL1330S/E

4.3 Localização das partes no gabinete do módulo DL1330S/E.



1. LEDs indicativos de alarme e sinalização;
2. Entrada AC trifásico 220/380V;

5. Conversor AC/DC E280A;
6. Controle E279A;

3. Interface de sinais DB9-F
4. Cabos somador Wilkinson

7. Placas E278A3

Figura 37: Vistas frontais e traseira DL1330S/E

4.4 Diagrama de Blocos

A Figura 38 abaixo mostra o diagrama básico do módulo DL1330 para o transmissor FM18KS/E.

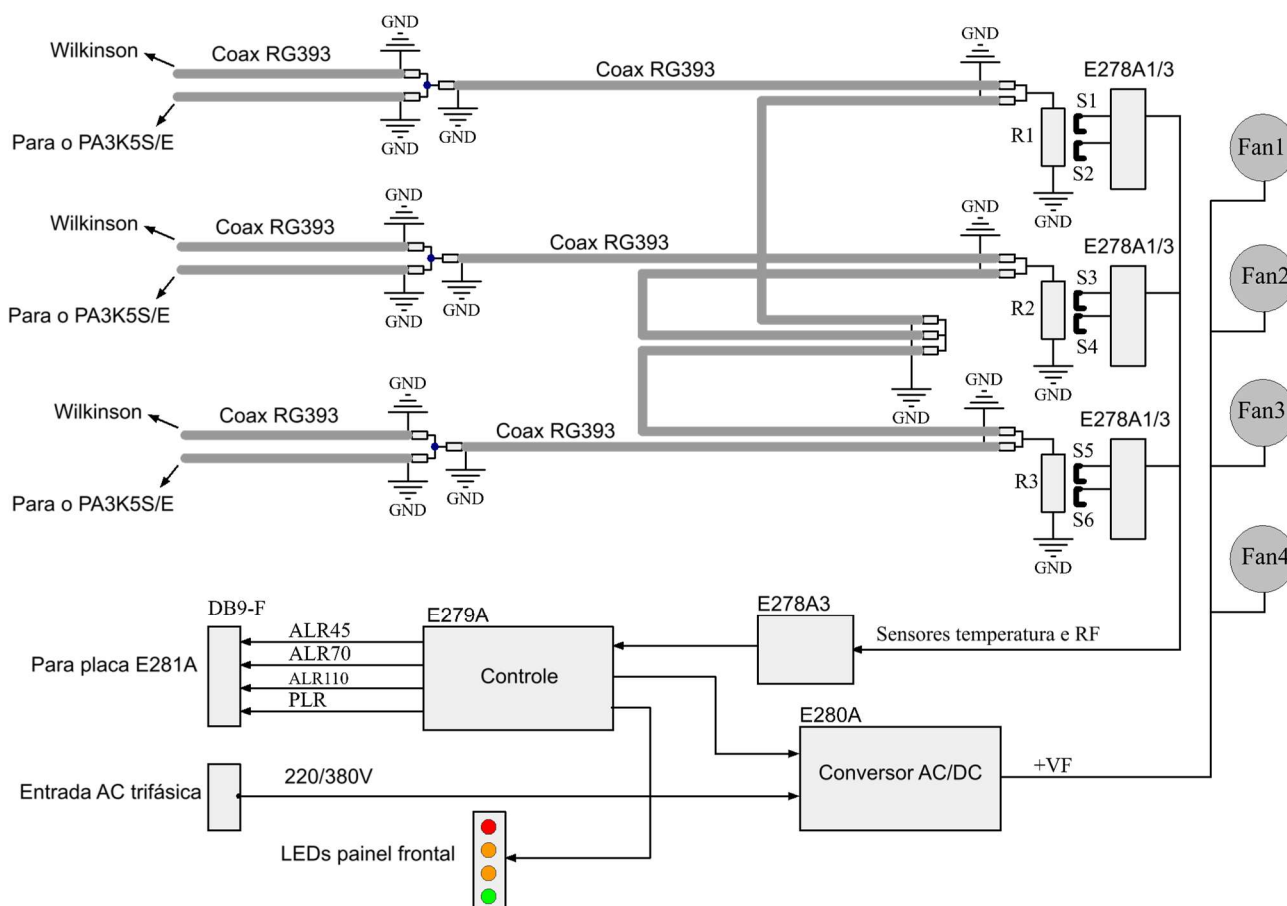


Figura 38: Diagrama em blocos DL1330S/E

A carga de desequilíbrio apresentada aqui faz parte de um conjunto de três cargas de rejeição distribuídas entre os módulos do transmissor FM18KS/E. A DL1330 possui três acessos de entrada um para cada módulo PA3K5S/E do conjunto somador Wilkinson que se interconecta através dos cabos somadores. A configuração interna da carga utilizada é do tipo GYSEL e é feita em sua essência por um conjunto de cabos de RF e seis resistores de 100 ohms do tipo flange associados dois a dois.

Esta configuração foi escolhida por permitir que os resistores sejam conectados de forma desbalanceada, ou seja, com um dos seus terminais à terra, pois além de menor irradiação de sinais espúrios e interferências, melhora a largura de banda do conjunto. Também pela necessidade de estarem um pouco afastados uns dos outros para a melhor dissipação de calor na base do dissipador e por isso, a alimentação por cabos mais longos se faz necessária.

O sistema completo é monitorado por sensores de temperatura e de excesso de RF que garantem segurança de operação para a carga e para o transmissor. Tais sensores enviam sinais para a placa E279A que controla a tensão

de saída do conversor AC/DC e permite variar continuamente a velocidade de operação dos ventiladores conforme a temperatura na base dos resistores flange.

O controle térmico é feito de forma cuidadosa e visa proteger o conjunto de resistores do excesso de temperatura que causaria a destruição dos mesmos.

Cada conjunto de resistores pode dissipar até 800 W de calor de forma segura. Isto significa que associados à base dissipadora, a elevação de temperatura na sua base fica perto de 100°C e a temperatura da pastilha interna do resistor em torno de 150°C; levando-se em consideração a temperatura ambiente de 30°C.

Há três níveis de temperaturas escolhidos para obtenção da melhor performance do conjunto:

- O primeiro e em condições normais de funcionamento, ou seja, sem aparente desequilíbrio entre os módulos, a temperatura da base do dissipador da carga se mantém inalterada próximo à temperatura ambiente, portanto os ventiladores se manterão desligados, porém poderão ligar eventualmente pelo armazenamento térmico com o passar do tempo. Um pequeno e aceitável desequilíbrio fará com que o dissipador possa elevar a sua temperatura acima do ambiente e após um tempo maior atingir o primeiro nível de operação dos ventiladores que é de 45°C. Neste momento então os ventiladores passam a girar em rotação reduzida, com sua potência em cerca de 50% da máxima. É enviada à CPU do transmissor um aviso de temperatura em 45°C. Esse valor não gera alarme, porém acende o LED amarelo no painel frontal da carga indicando que o dissipador interno atingiu 45°C. Via de regra os ventiladores se desligarão após a temperatura do dissipador da carga reduzir para próximo à temperatura ambiente.
- O segundo, caso de desequilíbrio mais forte por falta de algum dos módulos ou até mesmo redução da potência de um deles, o sistema de controle aguardará a base dos dissipadores atingirem a temperatura de 70°C e acionará os ventiladores em potência máxima. Também a máxima potência dos ventiladores poderá ser acionada imediatamente na presença de RF muito forte sobre os resistores, em ambos os casos, a potência do transmissor será *reduzida* para 60% da máxima potência de operação, levando-se em consideração a potência do módulo faltante. O alarme de 70°C será indicado no transmissor como “alarmes atuais” e o LED correspondente acenderá no painel frontal da carga DL1330. Com isto garantimos uma operação segura para o transmissor.

ATENÇÃO: Os testes destrutivos feitos em fábrica mostraram que com um módulo a menos e temperatura externa extrema de 40°C, o transmissor opera em segurança.

- O terceiro nível de temperatura é o de 110°C sobre os resistores. Quando isto acontecer significa que o sistema de arrefecimento sofreu algum dano e colocará toda a carga em risco maior. Neste caso um aviso de alarme de 110°C chega até a CPU que reduzirá a potência do transmissor para bem próximo a zero. O LED vermelho do painel frontal da carga acenderá e será mostrado o alarme de 110°C como “alarme atuais”.

A tabela abaixo mostra o panorama geral dos alarmes da carga:

Temperatura do dissipador	Alarme	Ação	Valor
45 °C	Não acionado	Nenhuma	Mantém-se na potência programada
70 °C	Gera alarme	Reduz potência	60% da potência nominal do transmissor
110 °C	Gera alarme	Reduz potência	5% da potência nominal do transmissor

4.5 Descritivo e funcionamento

4.5.1 Controle da carga, E279A, Figura 39.

A placa de controle E279A recebe os sinais de amostra de temperatura dos sensores localizados nas bases dos resistores flange e também as amostras de presença de RF nesses resistores.

Os sinais chegam a um grupo de comparadores ajustados que enviam avisos à lógica de controle dos níveis recebidos para processamento.

A lógica de controle por sua vez aciona os LEDs indicativos do painel frontal, envia o comando de velocidade dos ventiladores para o conversor AC/DC na placa E280A e também envia os sinais de alarme para a CPU, situado no módulo MC121S/E.

Na placa de controle E279A também se encontra um conjunto de amplificadores balanceados que informam o grau de desbalanceamento entre os resistores. Estas saídas estão disponíveis para a CPU, porém não estão sendo utilizadas até então, apenas um conjunto de oito LEDs postos na placa E279A que indicam se há ou não desbalanceamento de RF nos resistores.

A placa E279A é mostrada a seguir com os seus acessos e ajustes:

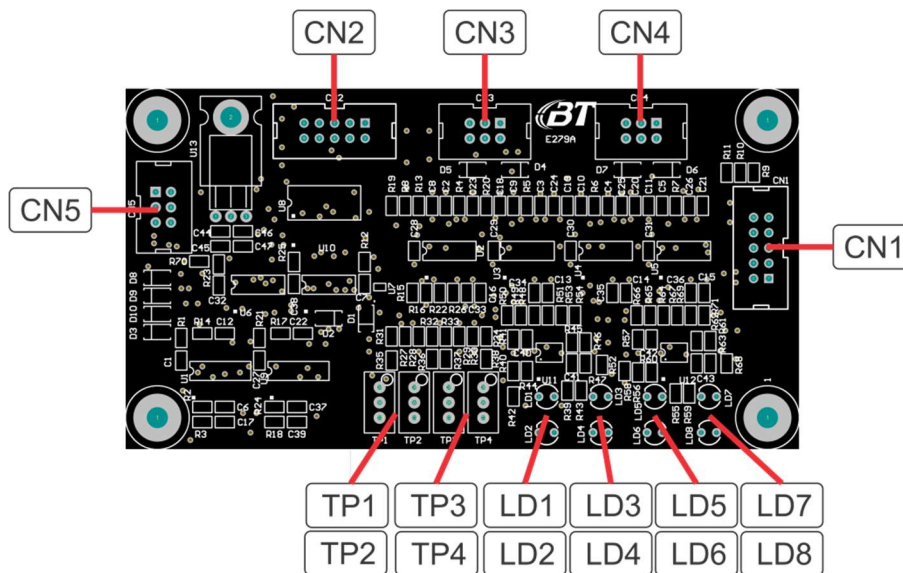


Figura 39: PCI E279A

Sinais elétricos, pontos de ajustes e de acesso da placa de controle E279A da carga de rejeição DL1330A, Figura 40.

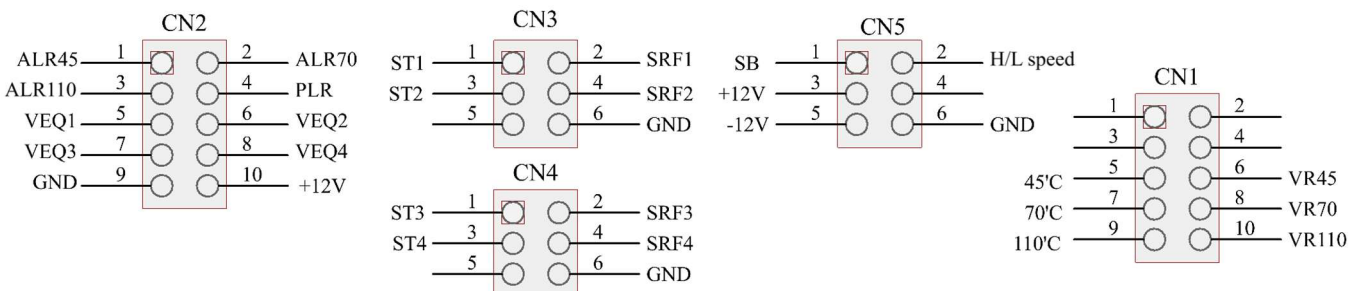


Figura 40: Conectores E279A

- **ALR45:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 45°C.
- **ALR70:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 70°C.
- **ALR110:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 110°C.
- **PLR:** Não é utilizado nesta configuração.
- **VEQ1 a VEQ4:** Sinais analógicos positivos ou negativos que indicam equilíbrio de RF entre dois resistores quando entre eles a diferença de potencial for zero volt. Não estão sendo usados nesta configuração.
- **ST1 a ST4:** Sinais analógicos vindos do sensor de temperatura PTC que informam a temperatura da base do resistor por meio da variação de resistência do sensor.
- **SRF1 a SRF4:** Níveis DC proporcionais ao nível de RF sobre cada resistor. Usado como alarme de excesso de RF.
- **H/L Speed:** Sinal de comando para redução ou aceleração da rotação dos ventiladores.
- **SB:** Sinal de bloqueio do conversor AC/DC quando o transmissor for posto no modo Standby.
- **45°, 70° e 110°:** Sinais de acionamento do LED do painel frontal correspondente ao alarme indicado.
- **VR45, VR70 e VR110:** Alimentação para o LED do painel frontal correspondente.
- **LD1 a LD8:** LEDs verdes indicativos de equilíbrio de RF sobre os resistores. Apagam quando a presença de RF for considerada muito baixa.
- **TP1:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 45°C na base dos resistores.
- **TP2:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 70°C na base dos resistores.
- **TP3:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme por excesso de RF sobre os resistores
- **TP4:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 110°C na base dos resistores.

ATENÇÃO: *Importante destacar que os alarmes acima citados entram em ação quando quaisquer um dos resistores atingirem a temperatura ou o nível de RF que justifique a condição de “alarme”.*

4.5.2 Conversor AC/DC, E280A, Figura 41.

O conversor E280A, é uma fonte chaveada AC/DC que recebe tensão trifásica da rede elétrica podendo ser programada através de Jumps para 220V ou 380V trifásicos. Também é possível operar em modo monofásico de 220V.

É formada por dois conversores, um de baixa potência do tipo *Fly Back* que alimenta os circuitos auxiliares e também a placa E279A e o segundo conversor é do tipo ressonante que entrega até 200W em 24V. Esse conversor é exclusivo para a alimentação dos ventiladores.

A tensão de saída do conversor ressonante pode variar entre 12 e 24V conforme acima através do comando vindo da placa E279A.

A figura 41 mostra a placa E280A com os seus acessos e ajustes.

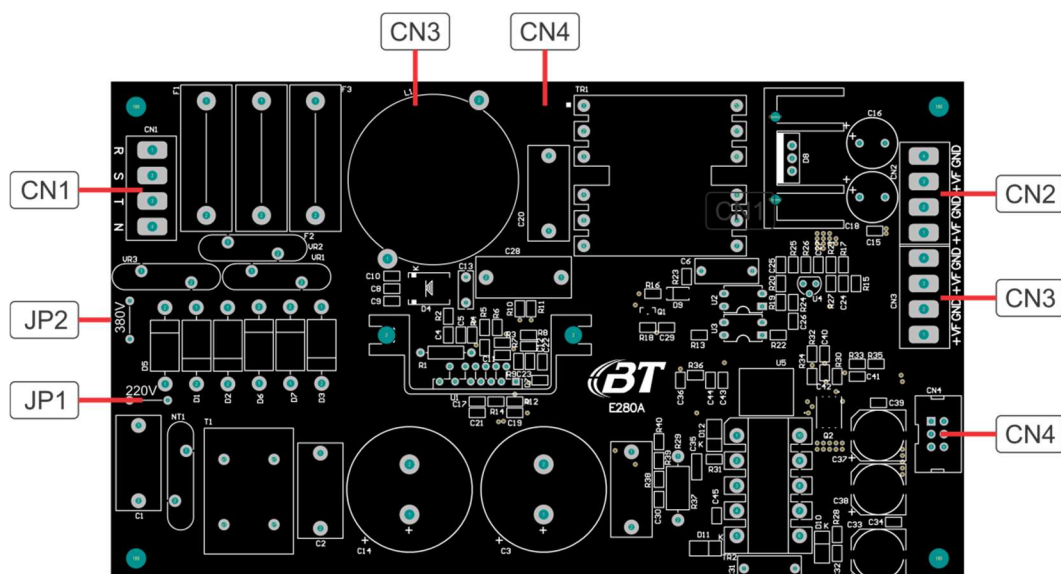


Figura 41: PCI E280A

A Figura 42 mostra os conectores de acesso do conversor AC/DC placa E280A da carga de rejeição DL1330A.

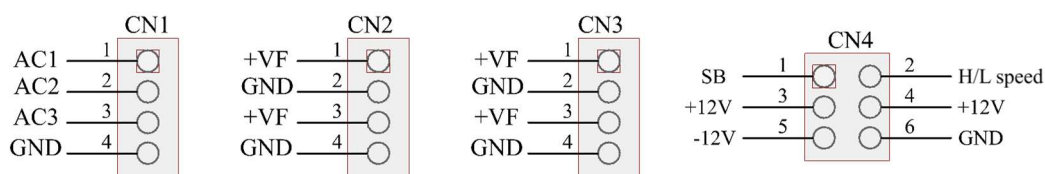


Figura 42: Conectores PCI E280A

- **AC1, AC2 e AC3:** Entrada AC trifásica de 220V ou 380V. Pode ser usada também em monofásico 220V.
- **CN2 e CN3:** Saída de alimentação para os ventiladores através dos sinais +VF e GND.
- **SB:** Sinal de bloqueio do conversor, corta a saída +VF.
- **H/L Speed:** Sinal de seleção de rotação dos ventiladores, atua mudando a tensão +VF.
- **+12V e -12V:** Tensões geradas na placa E280A que alimentam o restante dos circuitos da carga DL1330
- **JP1 e JP2:** Jumps de seleção da tensão da rede a ser utilizada, no caso 220V ou 380V.
 JP1 executado e JP2 aberto: rede em 220V.
 JP1 aberto e JP2 executado: rede em 380V.

➤ **Sinais elétricos de acesso do conversor AC/DC carga de rejeição DL1330:**

A Figura 43 mostra os pinos de acessos dos conectores CN1 e CN2 da placa E242C.

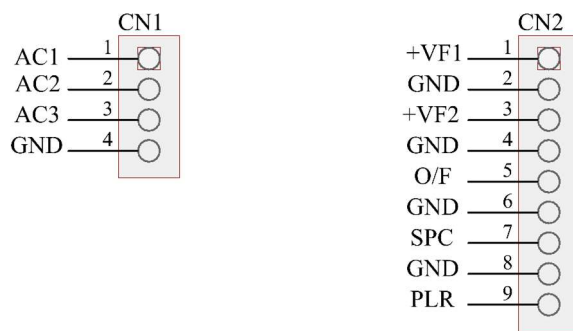


Figura 43: Conectores CN1 e CN2 - E242C

- **PLR.** Sinal de comando para reduzir a potência do transmissor por excesso de temperatura no dissipador da carga. O sinal PLR sai do conversor DC/DC e vai para o módulo de comando MC124S/E situado na parte superior do transmissor. Conecta-se internamente à placa CPU E231C.
- **SPC.** Sinal que sai dos sensores bimetalicos colocados na base dos dissipadores bem próximos aos resistores e serve para acelerar a rotação das ventoinhas quando o calor nos dissipadores ultrapassar o valor de 65 graus.
- **OF.** Sinal digital que vem do módulo de comando MC124S/E, placa E231C e serve para desligar a fonte DC/DC da carga de rejeição quando o transmissor for posto em modo Standby.
- **+VF1 e +VF2.** Alimentação DC para os ventiladores, seu valor pode variar de cerca de 16V até 24V dependendo da temperatura do dissipador.

4.5.3 Placas E278A1, E278A2 e E278A3

A placa E278A1 é o sensor de temperatura e está localizada abaixo dos terminais do par de resistores flange e parafusada no dissipador para bom contato térmico. Seus componentes são um PTC e um par de capacitores de desacoplamento. Há uma placa para cada conjunto de dois resistores flange.

A placa E278A2 é o sensor de RF e está localizada acima da placa E278A1, soldada nos terminais dos resistores flange. Baseia-se em um acoplamento capacitivo de RF cujo sinal captado é retificado e transformado em um nível DC que vai para a placa de controle E279A para processamento. Há uma placa para cada conjunto de dois resistores flange.

A placa E278A3 é a interface de ligação entre as placas E278A1 e E278A2 com a placa de controle E279A. Está localizada no compartimento das placas E279A e E280A, sua função além de fixar a fiação na entrada do seu compartimento também desacopla os sinais vindos das placas E278A1 e E278A2 da presença de RF na entrada da placa de controle.

A Figura 44 mostra as placas E278A1, E278A2 e E278A3 com a localização dos seus acessos e sinais elétricos.

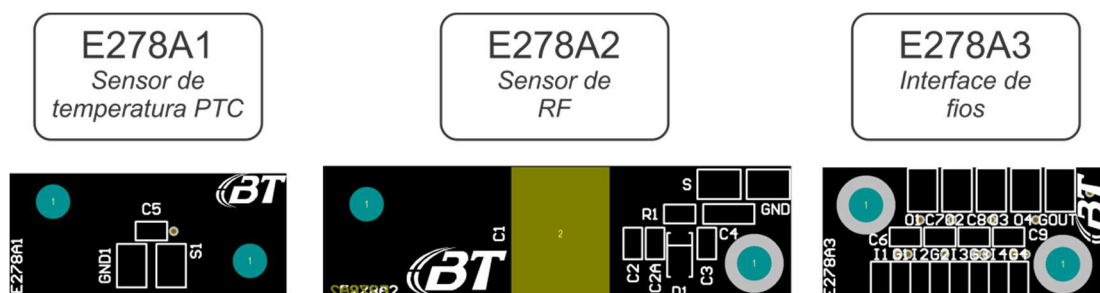


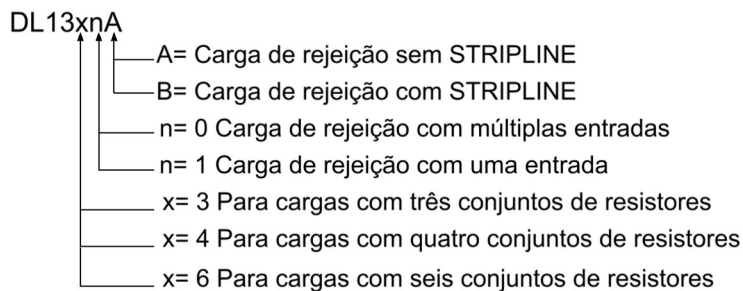
Figura 44: PCIs E278A1, E278A2 e E278A3

Seção 5: Módulo DL1341B

A carga de rejeição ou de desequilíbrio tem como função principal absorver a energia gerada pelo desequilíbrio entre módulos de potência. Como sabemos a potência final gerada pelo transmissor é igual à soma de cada parcela que cada módulo contribui. Também é de se esperar que por mais iguais que forem os módulos geradores, sempre haverá uma diferença entre eles. Normalmente, dentro de uma certa tolerância de ajuste, o módulo "A" terá um percentual de ganho ou de diferença de fase mesmo que muito pequeno maior ou menor que o módulo "B" e assim por diante. Essas diferenças se somam e poderão tornar-se significativas no contexto. Também em caso de perda de um ou mais módulos essas diferenças se tornam maiores. Então, carga de desequilíbrio entra em ação e dissipa a energia excedente evitando, sobremaneira que esta atinja os transistores de potência ou outros componentes envolvidos. Desta forma evita-se danos nos componentes e até mesmo geração de espúrios indesejáveis na saída final do transmissor.

5.1 Nomenclatura.

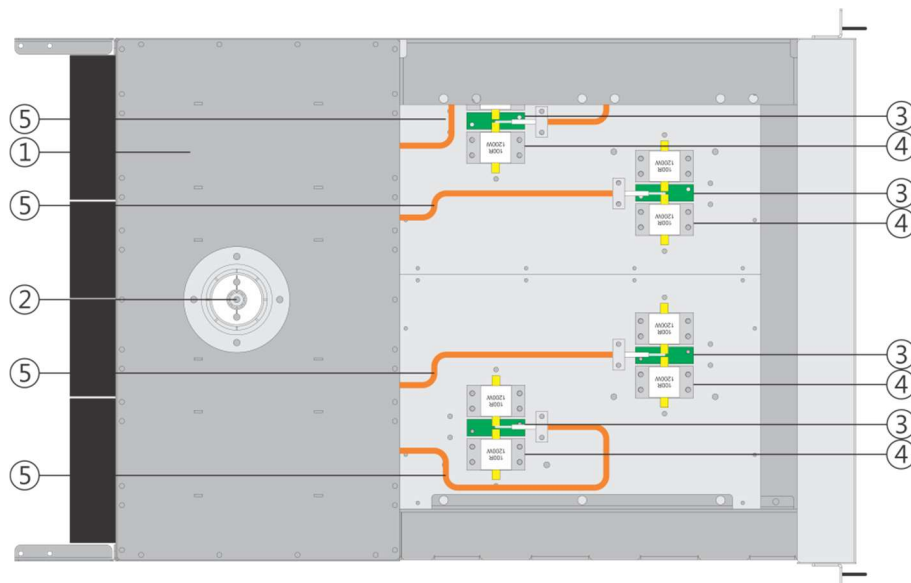
Abaixo segue a descrição da nomenclatura geral utilizadas para as cargas de rejeição dos três modelos citados.



EX: DL1330B= Carga de rejeição utilizada em um transmissor FM18KS/E com três entradas.

5.2 Descrição do módulo.

A Figura 45 mostra o desenho básico da carga de rejeição DL1330 e a distribuição das suas partes internas.

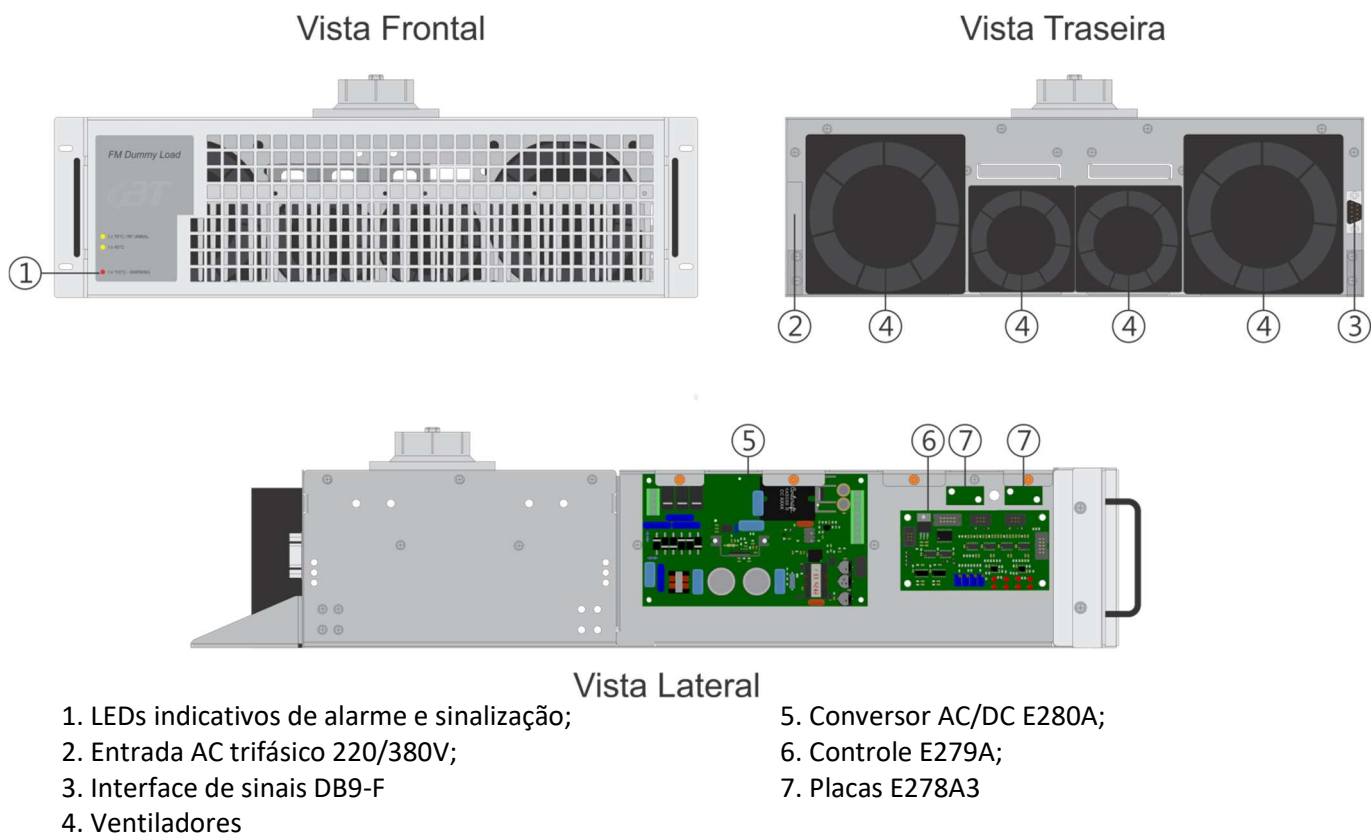


1. Compartimento do somador STRIPLINE;
2. Conector flange EIA 1.5/8";
3. Sensores E278A1 e E278A2;

4. Conjunto de resistor flange 100R;
5. Cabos RG142;

Figura 45: Vista superior DL1330S/E

5.3 Localização das partes no gabinete do módulo DL1330B.



1. LEDs indicativos de alarme e sinalização;
2. Entrada AC trifásico 220/380V;
3. Interface de sinais DB9-F
4. Ventiladores

5. Conversor AC/DC E280A;
6. Controle E279A;
7. Placas E278A3

Figura 46: Vistas frontais e traseira DL1330S/E

5.4 Diagrama de Blocos

A Figura 47 abaixo mostra o diagrama básico do módulo DL1341 para o transmissor FM18KS/E.

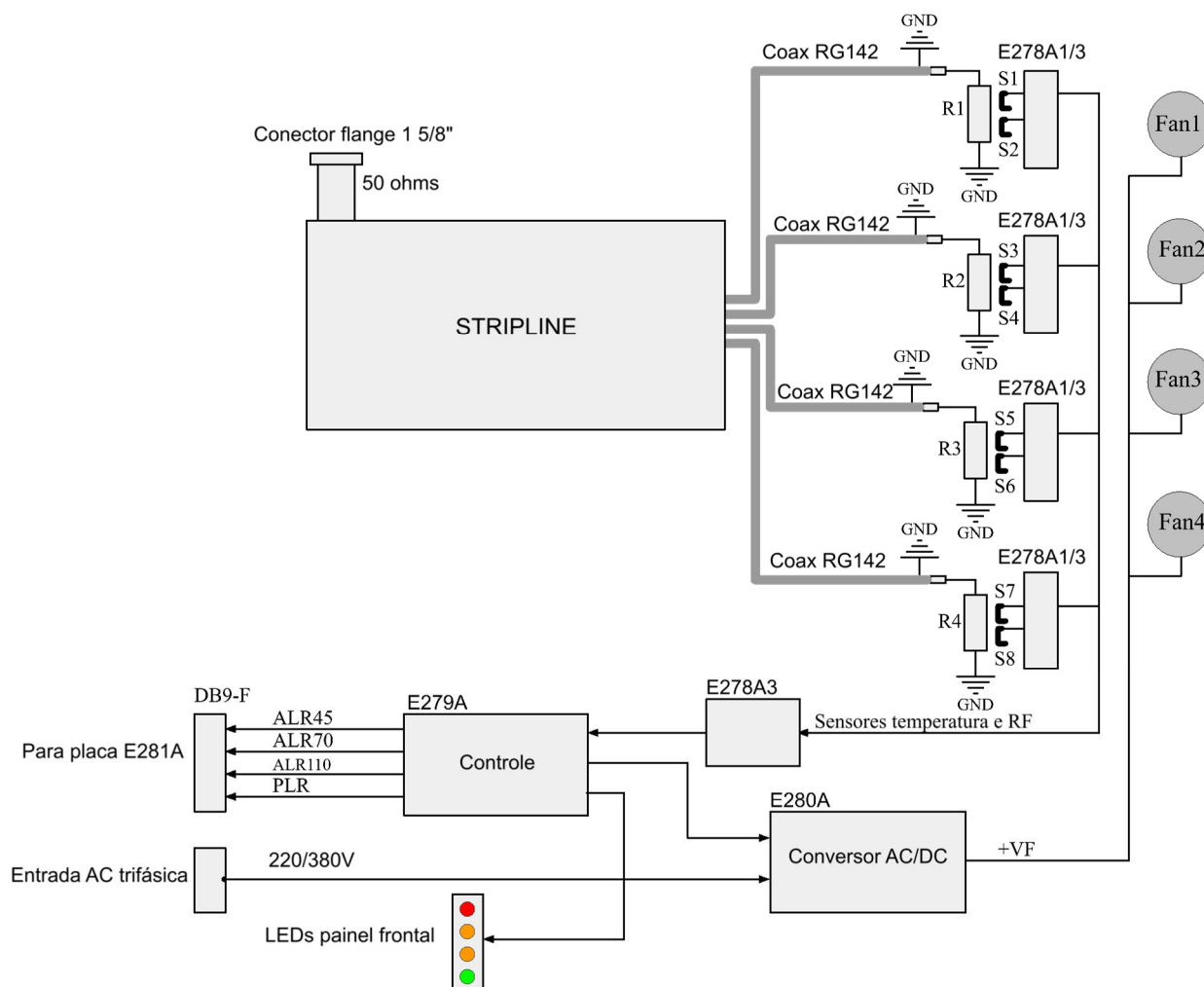


Figura 47: Diagrama em blocos DL1330S/E

A carga de desequilíbrio apresentada aqui faz parte de um conjunto de três cargas de rejeição distribuídas entre os módulos do transmissor FM18KS/E. A DL1341B possui um acesso de entrada através do conector tipo flange de 1 5/8" localizado na parte superior da carga ou mais precisamente sobre o adaptador de impedâncias do tipo STRIPLINE. A configuração interna da carga utiliza quatro grupos de resistores de 50 ohms, dois resistores de 100 ohms em paralelo para cada grupo, que dissipam a potência vinda pelo conector de entrada e que é dividida para os quatro grupos de resistores via adaptador STRIPLINE.

O sistema completo é monitorado por sensores de temperatura e de excesso de RF que garantem segurança de operação para a carga e para o transmissor. Tais sensores enviam sinais para a placa E279A que controla a tensão de saída do conversor AC/DC e permite variar continuamente a velocidade de operação dos ventiladores conforme a temperatura na base dos resistores flange.

O controle térmico é feito de forma cuidadosa e visa proteger o conjunto de resistores do excesso de temperatura que causaria a destruição dos mesmos.

Cada conjunto de resistores pode dissipar até 800 W de calor de forma segura. Isto significa que associados à base dissipadora, a elevação de temperatura na sua base fica perto de 100°C e a temperatura da pastilha interna do resistor em torno de 150°C; levando-se em consideração a temperatura ambiente de 30°C.

Há três níveis de temperaturas escolhidos para obtenção da melhor performance do conjunto:

- O primeiro e em condições normais de funcionamento, ou seja, sem aparente desequilíbrio entre os módulos, a temperatura da base do dissipador da carga se mantém inalterada próximo à temperatura ambiente, portanto os ventiladores se manterão desligados, porém poderão ligar eventualmente pelo armazenamento térmico com o passar do tempo. Um pequeno e aceitável desequilíbrio fará com que o dissipador possa elevar a sua temperatura acima do ambiente e após um tempo maior atingir o primeiro nível de operação dos ventiladores que é de 45°C. Neste momento então os ventiladores passam a girar em rotação reduzida, com sua potência em cerca de 50% da máxima. É enviada à CPU do transmissor um aviso de temperatura em 45°C. Esse valor não gera alarme, porém acende o LED amarelo no painel frontal da carga indicando que o dissipador interno atingiu 45°C. Via de regra os ventiladores se desligarão após a temperatura do dissipador da carga reduzir para próximo à temperatura ambiente.
- O segundo, caso de desequilíbrio mais forte por falta de algum dos módulos ou até mesmo redução da potência de um deles, o sistema de controle aguardará a base dos dissipadores atingirem a temperatura de 70°C e acionará os ventiladores em potência máxima. Também a máxima potência dos ventiladores poderá ser acionada imediatamente na presença de RF muito forte sobre os resistores, em ambos os casos, a potência do transmissor será *reduzida* para 60% da máxima potência de operação, levando-se em consideração a potência do módulo faltante. O alarme de 70°C será indicado no transmissor como “alarmes atuais” e o LED correspondente acenderá no painel frontal da carga DL1330. Com isto garantimos uma operação segura para o transmissor.

ATENÇÃO: *Os testes destrutivos feitos em fábrica mostraram que com um módulo a menos e temperatura externa extrema de 40°C, o transmissor opera em segurança.*

- O terceiro nível de temperatura é o de 110°C sobre os resistores. Quando isto acontecer significa que o sistema de arrefecimento sofreu algum dano e colocará toda a carga em risco maior. Neste caso um aviso de alarme de 110°C chega até a CPU que reduzirá a potência do transmissor para bem próximo a zero. O LED vermelho do painel frontal da carga acenderá e será mostrado o alarme de 110°C como “alarme atuais”.

A tabela abaixo mostra o panorama geral dos alarmes da carga:

Temperatura do dissipador	Alarme	Ação	Valor
45 °C	Não acionado	Nenhuma	Mantém-se na potência programada
70 °C	Gera alarme	Reduz potência	60% da potência nominal do transmissor
110 °C	Gera alarme	Reduz potência	5% da potência nominal do transmissor

Tabela 7: Modo de operação DL1330

5.5 Descritivo e funcionamento

5.5.1 Controle da carga, E279A, Figura 48.

A placa de controle E279A recebe os sinais de amostra de temperatura dos sensores localizados nas bases dos resistores flange e também as amostras de presença de RF nesses resistores.

Os sinais chegam a um grupo de comparadores ajustados que enviam avisos à lógica de controle dos níveis recebidos para processamento.

A lógica de controle por sua vez aciona os LEDs indicativos do painel frontal, envia o comando de velocidade dos ventiladores para o conversor AC/DC na placa E280A e também envia os sinais de alarme para a CPU, situado no módulo MC121S/E

Na placa de controle E279A também se encontra um conjunto de amplificadores balanceados que informam o grau de desbalanceamento entre os resistores. Estas saídas estão disponíveis para a CPU, porém não estão sendo utilizadas até então, apenas um conjunto de oito LEDs postos na placa E279A que indicam se há ou não desbalanceamento de RF nos resistores.

A placa E279A é mostrada a seguir com os seus acessos e ajustes:

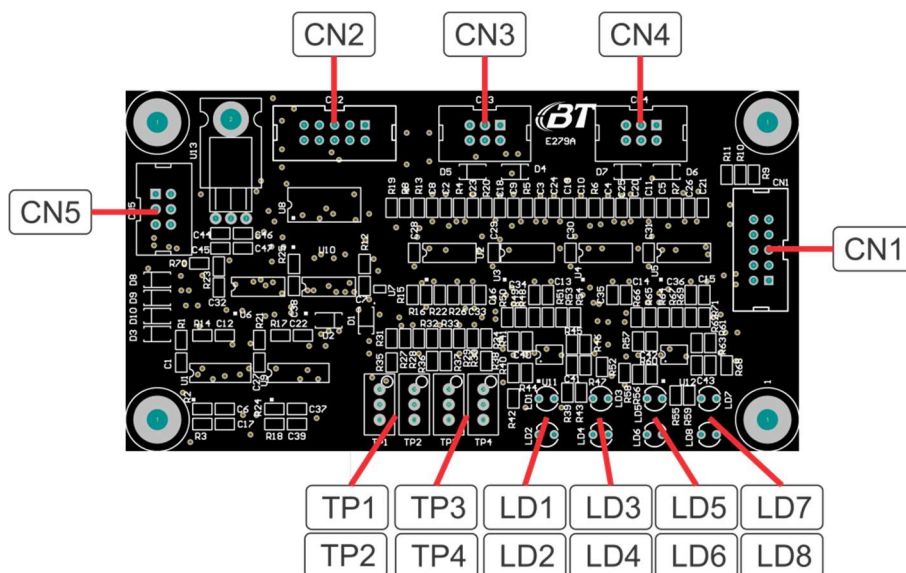


Figura 48: PCI E279A

Sinais elétricos, pontos de ajustes e acessos da placa de controle E279A da carga de rejeição DL1341A, Figura 48.

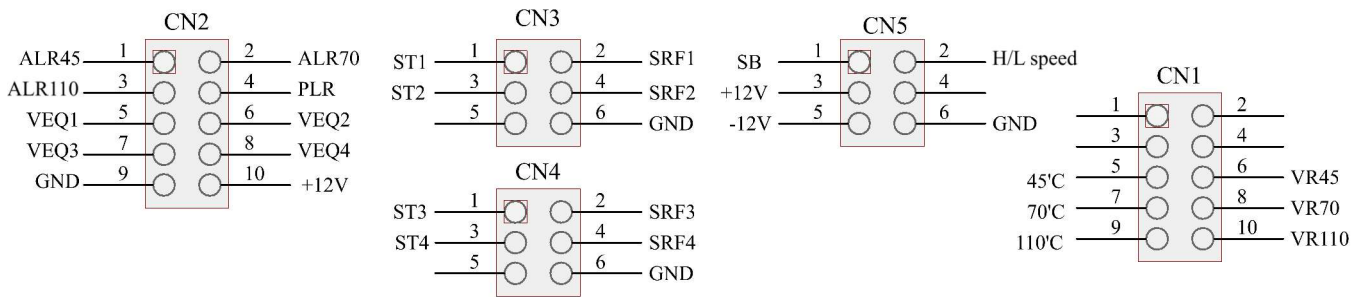


Figura 49: Conectores E279A

- **ALR45:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 45°C.
- **ALR70:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 70°C.
- **ALR110:** Sinal de alarme de temperatura acionado quando a base do resistor flange atingir 110°C.
- **PLR:** Não é utilizado nesta configuração.
- **VEQ1 a VEQ4:** Sinais analógicos positivos ou negativos que indicam equilíbrio de RF entre dois resistores quando entre eles a diferença de potencial for zero volt. Não estão sendo usados nesta configuração.
- **ST1 a ST4:** Sinais analógicos vindos do sensor de temperatura PTC que informam a temperatura da base do resistor por meio da variação de resistência do sensor.
- **SRF1 a SRF4:** Níveis DC proporcionais ao nível de RF sobre cada resistor. Usado como alarme de excesso de RF.
- **H/L Speed:** Sinal de comando para redução ou aceleração da rotação dos ventiladores.
- **SB:** Sinal de bloqueio do conversor AC/DC quando o transmissor for posto no modo Standby.
- **45°, 70° e 110°:** Sinais de acionamento do LED do painel frontal correspondente ao alarme indicado.
- **VR45, VR70 e VR110:** Alimentação para o LED do painel frontal correspondente.
- **LD1 a LD8:** LEDs verdes indicativos de equilíbrio de RF sobre os resistores. Apagam quando a presença de RF for considerada muito baixa.
- **TP1:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 45°C na base dos resistores.
- **TP2:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 70°C na base dos resistores.
- **TP3:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme por excesso de RF sobre os resistores
- **TP4:** Potenciômetro de ajuste do limiar de alarme de 110°C na base dos resistores.

ATENÇÃO: Importante destacar que os alarmes acima citados entram em ação quando quaisquer um dos resistores atingirem a temperatura ou o nível de RF que justifique a condição de “alarme”.

5.5.2 Conversor AC/DC, E280A, Figura 50.

O conversor E280A, é uma fonte chaveada AC/DC que recebe tensão trifásica da rede elétrica podendo ser programada através de Jumps para 220V ou 380V trifásicos. Também é possível operar em modo monofásico de 220V.

É formada por dois conversores, um de baixa potência do tipo *Fly Back* que alimenta os circuitos auxiliares e também a placa E279A e o segundo conversor é do tipo ressonante que entrega até 200W em 24V. Esse conversor é exclusivo para a alimentação dos ventiladores.

A tensão de saída do conversor ressonante pode variar entre 12 e 24V conforme acima através do comando vindo da placa E279A.

A Figura 51 mostra a placa E280A com os seus acessos e ajustes.

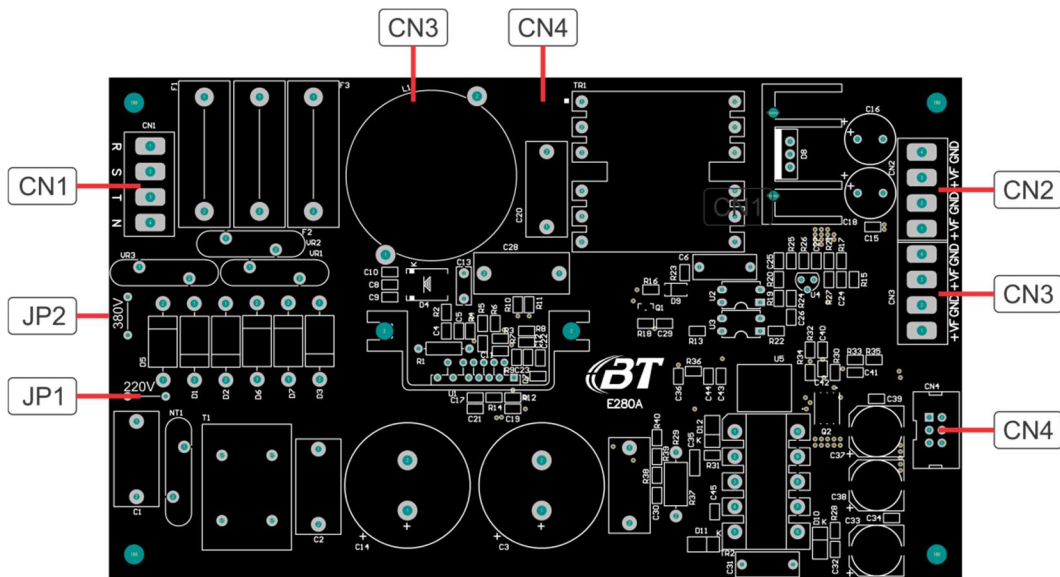


Figura 50: PCI E280A

A Figura 52 mostra os conectores de acesso do conversor AC/DC placa E280A da carga de rejeição DL1330A.

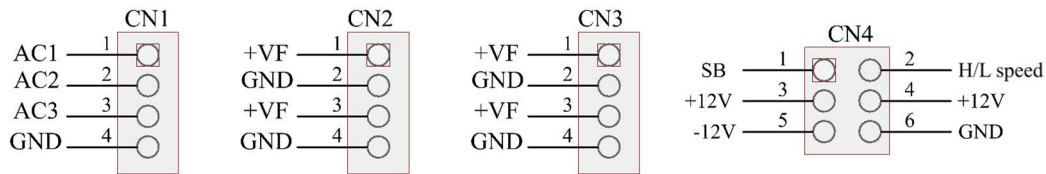


Figura 51: Conectores PCI E280A

- **AC1, AC2 e AC3:** Entrada AC trifásica de 220V ou 380V. Pode ser usada também em monofásico 220V.
- **CN2 e CN3:** Saída de alimentação para os ventiladores através dos sinais +VF e GND.
- **SB:** Sinal de bloqueio do conversor, corta a saída +VF.
- **H/L Speed:** Sinal de seleção de rotação dos ventiladores, atua mudando a tensão +VF.
- **+12V e -12V:** Tensões geradas na placa E280A que alimentam o restante dos circuitos da carga DL1330
- **JP1 e JP2:** Jumps de seleção da tensão da rede a ser utilizada, no caso 220V ou 380V.
 JP1 executado e JP2 aberto: rede em 220V.
 JP1 aberto e JP2 executado: rede em 380V.

5.5.3 Placas E278A1, E278A2 e E278A3, Figura 52

A placa E278A1 é o sensor de temperatura e está localizada abaixo dos terminais do par de resistores flange e parafusada no dissipador para bom contato térmico. Seus componentes são um PTC e um par de capacitores de desacoplamento. Há uma placa para cada conjunto de dois resistores flange.

A placa E278A2 é o sensor de RF e está localizada acima da placa E278A1, soldada nos terminais dos resistores flange. Baseia-se em um acoplamento capacitivo de RF cujo sinal captado é retificado e transformado em um nível DC que vai para a placa de controle E279A para processamento. Há uma placa para cada conjunto de dois resistores flange.

A placa E278A3 é a interface de ligação entre as placas E278A1 e E278A2 com a placa de controle E279A. Está localizada no compartimento das placas E279A e E280A, sua função além de fixar a fiação na entrada do seu compartimento também desacopla os sinais vindos das placas E278A1 e E278A2 da presença de RF na entrada da placa de controle.

A Figura 7 mostra as placas E278A1, E27A2 e E278A3 com a localização dos seus acessos e sinais elétricos.

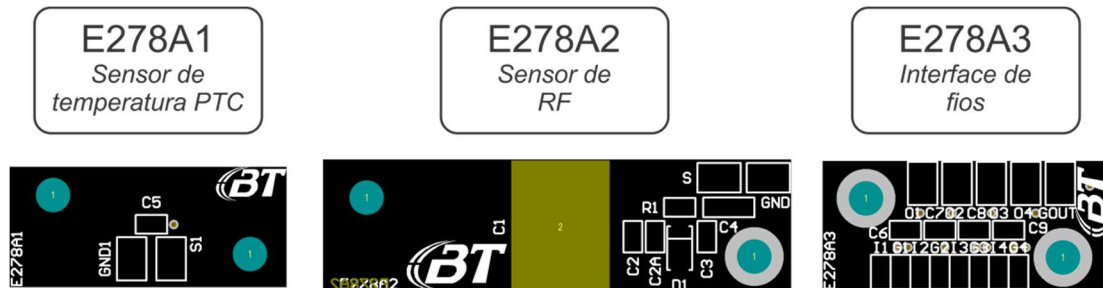


Figura 52: PCBs E278A1, E278A2 e E278A3

Observações:

Seção 6: Módulo CPU13.0

6.1 Descrição do módulo

O sistema de controle e apresentação de dados do transmissor FM18KS/E é baseado em um display colorido do tipo capacitivo de 13.3 polegadas comandado por um microcomputador do tipo Raspberry PI3 B+ que através do conversor de interface, placa E180F, se conecta com o restante do transmissor. O microcomputador Raspberry também se conecta com o mundo exterior através da Web a partir de um endereço IP.

A apresentação na tela é feita em HTML (Hyper Text Markup Language) que é a componente base de programação da WEB. A utilização do HTML permite a construção de websites e a inserção de novos conteúdos, como imagens e vídeos por meio dos hipertextos. Como é uma linguagem utilizada popularmente, permite ao usuário a visualização das telas do transmissor em quaisquer mídias disponíveis atualmente, como smartphones, computadores, etc., sem a necessidade de aplicativos especiais.

O processador do Raspberry PI3 B+ é o Broadcom BCM2837B0, chip de 64 bits com quatro núcleos Córtex A53. A frequência utilizada pela CPU é de 1,4 GHz para o processador PI3 B+ e 1,2 GHz para o processador PI3 B.

O Raspberry tem 1GB de memória RAM disponível e pode suportar redes Wi-Fi 802.11-ac com frequências de 2.4GHz e 5.0GHz e Bluetooth versões 4.1 e 4.2.

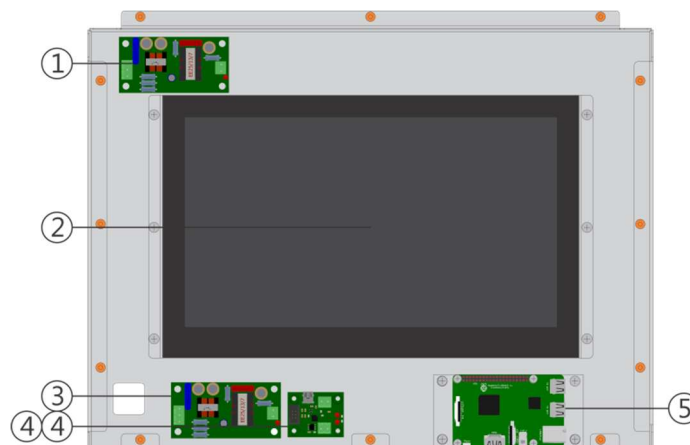
Também está disponível a rede Ethernet Gigabit de 300 MBits/s, além de quatro portas USB 2.0, uma porta HDMI com tamanho convencional e um conjunto de quarenta (40) pinos GPIO para que possibilite a placa ser conectada   circuitos externos; neste caso para futuras expansões.

O armazenamento do programa e os dados operacionais são feitos no cartão micro SD (μ SD), com fácil acesso ao usuário.

As linguagens de programa o utilizadas neste sistema é o Python, C++ e HTML.

6.2 Localiza o das partes no gabinete do módulo CPU13.0

A Figura 53 mostra a localiza o dos componentes e placas no display frontal com a CPU principal.



1. Conversor AC/DC 220Vac/12Vdc
Placa E250A – Alimentação do display
2. Display Touch Screen 13.3”;
3. Conversor AC/DC 220Vac/5Vdc
Placa E250A – Alimentação CPU e conversores

4. Conversores de interface RS485 para USB
Placa E180F/a;
5. Microcomputador tipo Raspberry PI3-B ou PI3-B+;

Figura 53: Módulo CPU

6.3 Diagrama de Blocos

A Figura 54 mostra o diagrama em blocos do gabinete do painel frontal e suas conexões.

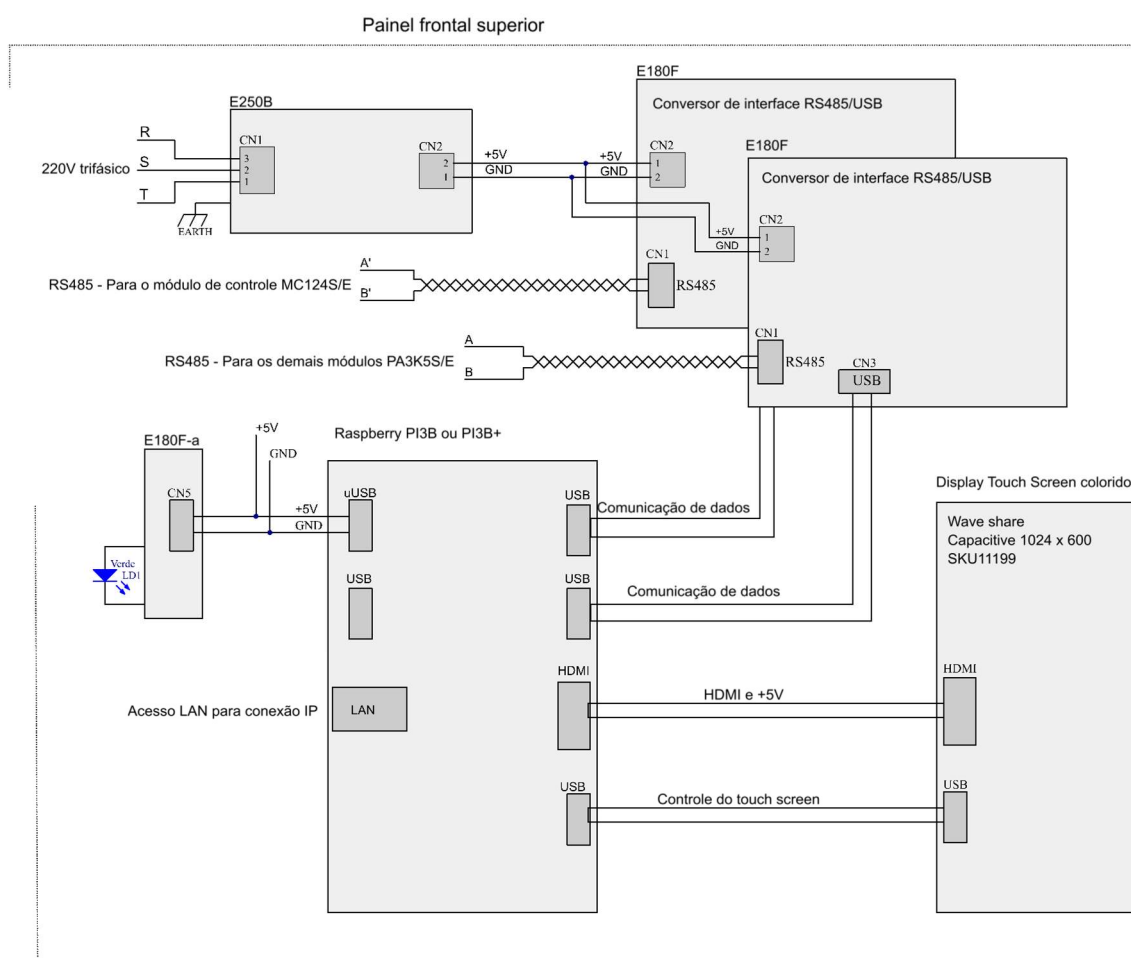
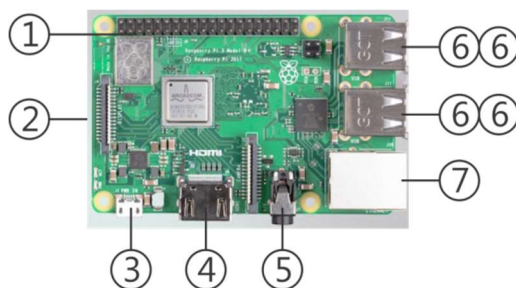


Figura 54: Diagrama de blocos CPU

6.4 Descritivo e funcionamento

6.4.1 Raspberry Pi3 B+, Figura 55

A Figura 41 mostra a placa do microcomputador Raspberry PI3 B+ e seus acessos e localizações.



- 1. Interface GPIO;
- 2. Cartão de memória µSD;
- 3. Alimentação 5VDC;
- 4. Interface HDMI;
- 5. Saída de áudio;
- 6. Interfaces USB 2.0;
- 7. Acesso a rede Ethernet Gigabit 300Mbits/s

Figura 55: Raspberry Pi3 B+

Abaixo está o diagrama de pinos do conector GPIO e suas denominações.

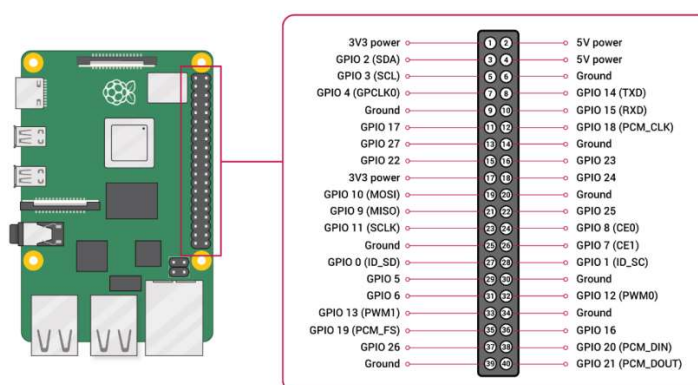


Figura 56: Pinos GPIO

6.4.2 Conversor de interface RS485 para USB2.0; placa E180F, Figura 57.

O conversor de interface recebe o sinal A e B (RS485) vindo dos módulos PA3K5S/E e MC124S/E e o transforma em interface USB que vai ligada em um ou mais conectores USB do microcomputador Raspberry ou até mesmo poderá ser ligada em outro computador externo em caso de manutenção ou serviço.

Importante ressaltar que podem ser usados mais de um conversor de interface E180F, normalmente quando for necessário controlar mais de quatro módulos PA3K5S/E, pois dessa forma não será sacrificada a velocidade de comunicação.

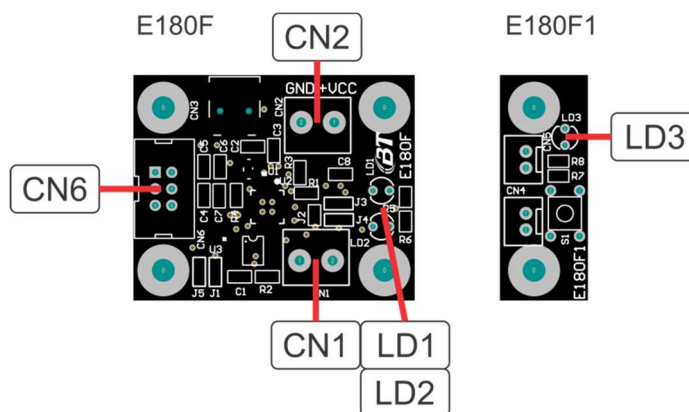


Figura 57: E180F – Conversor RS-485 para USB 2.0

- **CN2.** Alimentação externa +5V;
- **CN6.** Conector para utilização de outras interfaces;
- **CN1.** Acessos para interface RS485 sinais A e B;
- **LD1 e LD2.** Indicativos de atividade;
- **LD3.** Indicativo de alimentação 5V.

6.4.3 Conversor AC/DC, placa E250B, Figura 58.

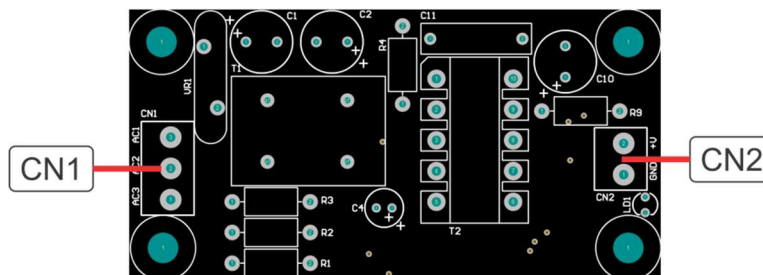


Figura 58: E250B – Conversor AC/DC

- **CN1.** Entrada AC trifásica/monofásica 220V;
- **CN2.** Saída DC +5V;

Observações:

