



*Transmissor*

**FM6K0S / FM6K0E**

*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](mailto:bt@btonline.com.br)  
Internet: [www.btonline.com.br](http://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

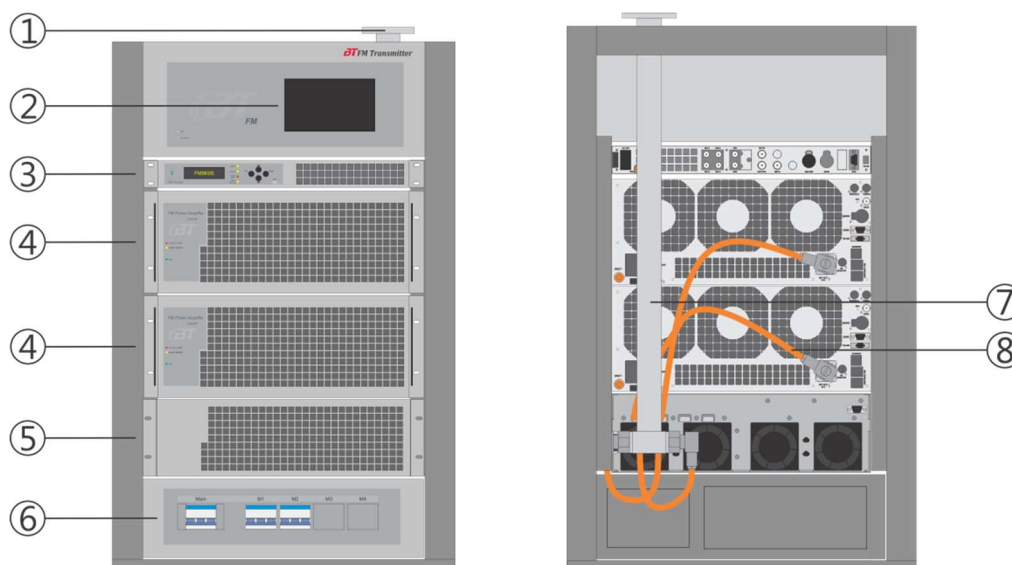
<b>SEÇÃO 1: APRESENTAÇÃO</b>	<b>6</b>
1.1 DESCRIÇÃO DO TRANSMISSOR	6
1.2 DESCRITIVO GERAL.	6
1.3 FUNCIONAMENTO GERAL:	7
<b>SEÇÃO 2: MÓDULO MC122S E MC122E</b>	<b>13</b>
2.1 NOMENCLATURA	13
2.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	13
2.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO MC122S/E.	14
2.4 DIAGRAMA EM BLOCOS.	15
2.5 DESCRITIVO E FUNCIONAMENTO:	15
2.5.1 PLACA MODULADORA DE FM, E203H, FIGURA 8:	15
2.5.2 AMPLIFICADOR DE RF, E233B, FIGURA 10:	17
2.5.3 DIVISOR DE RF.	18
2.5.4 CPU, E231C, FIGURA 11:	18
2.5.5 PAINEL FRONTAL, E208E, FIGURA 15.	22
2.5.6 COMANDO DOS MÓDULOS, E243B, FIGURA 16.	23
2.5.7 FONTE E150A.	23
<b>SEÇÃO 3: MÓDULO PA3K5S E PA3K5E:</b>	<b>24</b>
3.1 NOMENCLATURA.	24
3.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	24
3.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO PA3K5S/E.	25
3.4 DIAGRAMA EM BLOCOS:	25
3.5 DESCRITIVO E FUNCIONAMENTO:	26
3.5.1 EXCITADORA DE RF, E236B, FIGURA 21.	26
3.5.2 DIVISOR DE RF.	28
3.5.3 PLACA AMPLIFICADOR E185E.	28
3.5.4 COMBINADOR DE RF.	28
3.5.5 FILTRO FINAL.	29
3.5.6 CPU, E231C, FIGURA 22.	29
3.5.7 COMANDO LIGA/DESLIGA - E244B. FIGURA 26.	32
3.5.8 INTERFACE DE SINAIS, PLACA E158E. FIGURA 28.	33
3.5.9 INTERFACE DE SINAIS, E159E, FIGURA 30.	35
3.5.10 FONTES PS3003T/M, FIGURA 32.	35
<b>SEÇÃO 4: MÓDULO DL1220S/E</b>	<b>38</b>
4.1 NOMENCLATURA.	38
4.2 DESCRIÇÃO DO MÓDULO.	38
4.3 LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO DL1220S.	39

<b>4.4</b>	<b>DIAGRAMA DE BLOCOS</b>	<b>39</b>
<b>4.5</b>	<b>DESCRIPTIVO E FUNCIONAMENTO</b>	<b>40</b>
4.5.1	CONVERSOR AC/DC, E242C, FIGURA 37.	40
<b>4.6</b>	<b>DIAGRAMA DE FIAÇÃO DO MÓDULO DL1220, FIGURA 39</b>	<b>42</b>
<b>SEÇÃO 5: MÓDULO CPU</b>		<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>DESCRIÇÃO DO MÓDULO</b>	<b>43</b>
<b>5.2</b>	<b>LOCALIZAÇÃO DAS PARTES NO GABINETE DO MÓDULO CPU</b>	<b>43</b>
<b>5.3</b>	<b>DIAGRAMA DE BLOCOS</b>	<b>44</b>
<b>5.4</b>	<b>DESCRIPTIVO E FUNCIONAMENTO</b>	<b>44</b>
5.4.1	RASPBERRY PI3 B+	44
5.4.2	CONVERSOR DE INTERFACE RS485 PARA USB2.0; PLACA E180F, FIGURA 43.	45
5.4.3	CONVERSOR AC/DC, PLACA E250B, FIGURA 44.	46

## Seção 1: Apresentação

### 1.1 Descrição do transmissor

A Figura 1 mostra o transmissor FM6K0S/E, vistas frontal e traseira e a localização de seus módulos.



1. Conector de antena 1.5/8";
2. Display 7" touch screen;
3. MD122S/E - Módulo excitador;
4. PA3K5S/E - Módulo amplificador de RF;

5. DL1220S/E - Carga de rejeição;
6. Painel disjuntores;
7. Linha rígida somador Wilkinson;
8. Cabos RG393 somador Wilkinson.

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 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 FM6K0S e FM6K0E são constituídos por dois amplificadores de potência, um módulo de controle, uma CPU localizada na parte superior do Rack e por último uma carga de desequilíbrio.

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

### 1.3 Funcionamento geral:

O diagrama de blocos das figuras 2, 3 e 4, mostram a arquitetura básica do transmissor FM6K0S e FM6K0E com a distribuição de seus módulos e o direcionamento dos sinais entre eles.

São dois (02) módulos amplificadores de RF denominados como PA, que recebem o sinal de RF em fase vindo do divisor de potência situado no módulo MC122S/E denominados de RF1 e RF2 (trilhas em vermelho na figura 4). Após devidamente amplificados são somados a partir do somador tipo Wilkinson antes de sair para a antena.

Faz parte do somador Wilkinson o módulo DL1220 denominado de carga de rejeição que serve para absorver a potência resultante do desequilíbrio entre os módulos quando houver.

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 comandos (trilha mostrada no desenho em cor verde) 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 MC122S/E está o modulador de FM do transmissor, portanto as entradas de programa de áudio, sincronismo externo, etc., 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 MC122S/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 do transmissor, onde se hospeda a página HTML a qual pode ser acessada por outros computadores ou SMART fones.

Lembrando que esse acesso se dá através de um IP fixo e protegido por senhas do usuário.

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

- Parte de alimentação AC
- Parte de controle.
- Parte de RF.

Abaixo, Figura 2, está o diagrama em blocos simplificado da parte AC do Rack principal do transmissor FM6K0S/E.

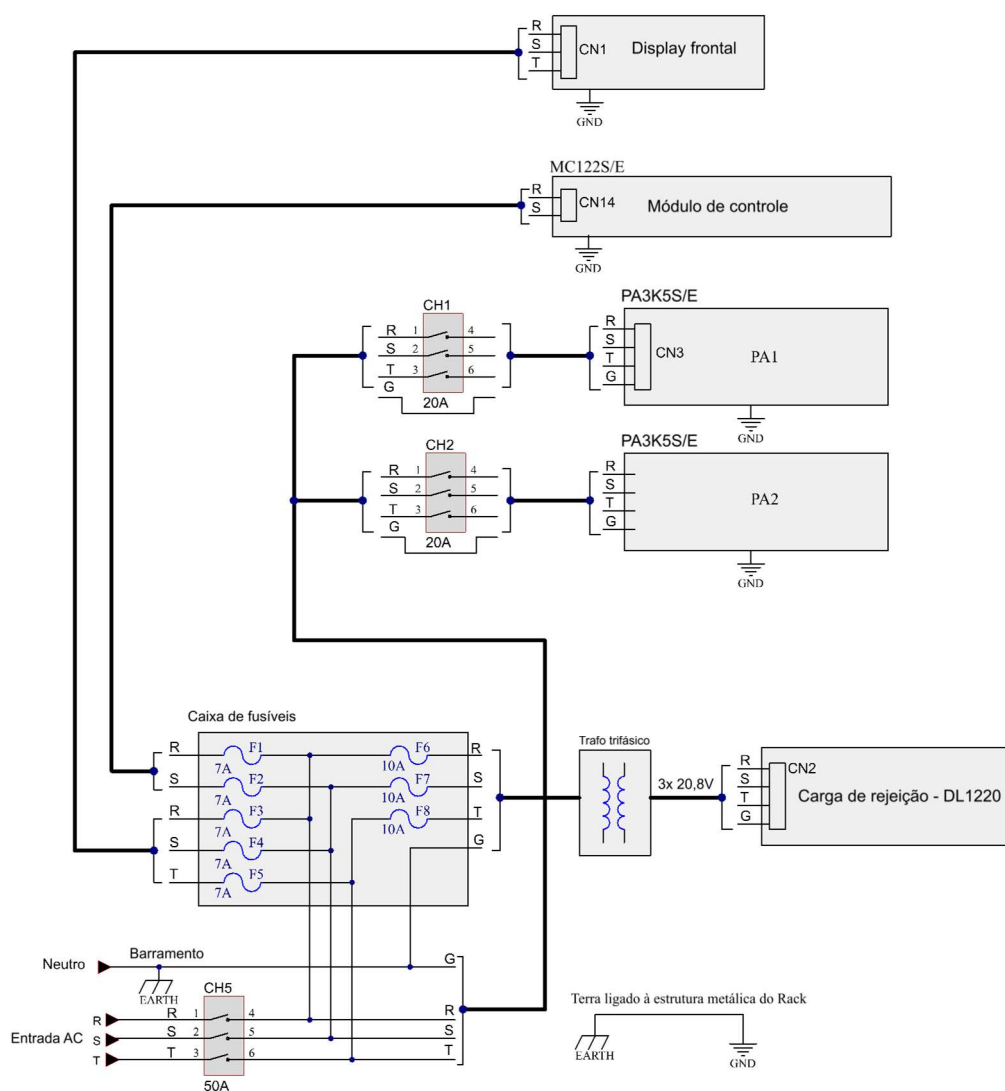


Figura 2: Alimentação AC

O sistema recebe alimentação trifásica de 220/380V (monofásica 220V sob consulta) vinda da rede de energia elétrica externa. Há primeiramente um disjuntor térmico magnético geral 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 MC122S/E, Display principal e para o transformador de alimentação da carga de rejeição DL1220.



Abaixo, figura 3, está o diagrama em blocos simplificado da parte de controle do transmissor FM6K0S/E.

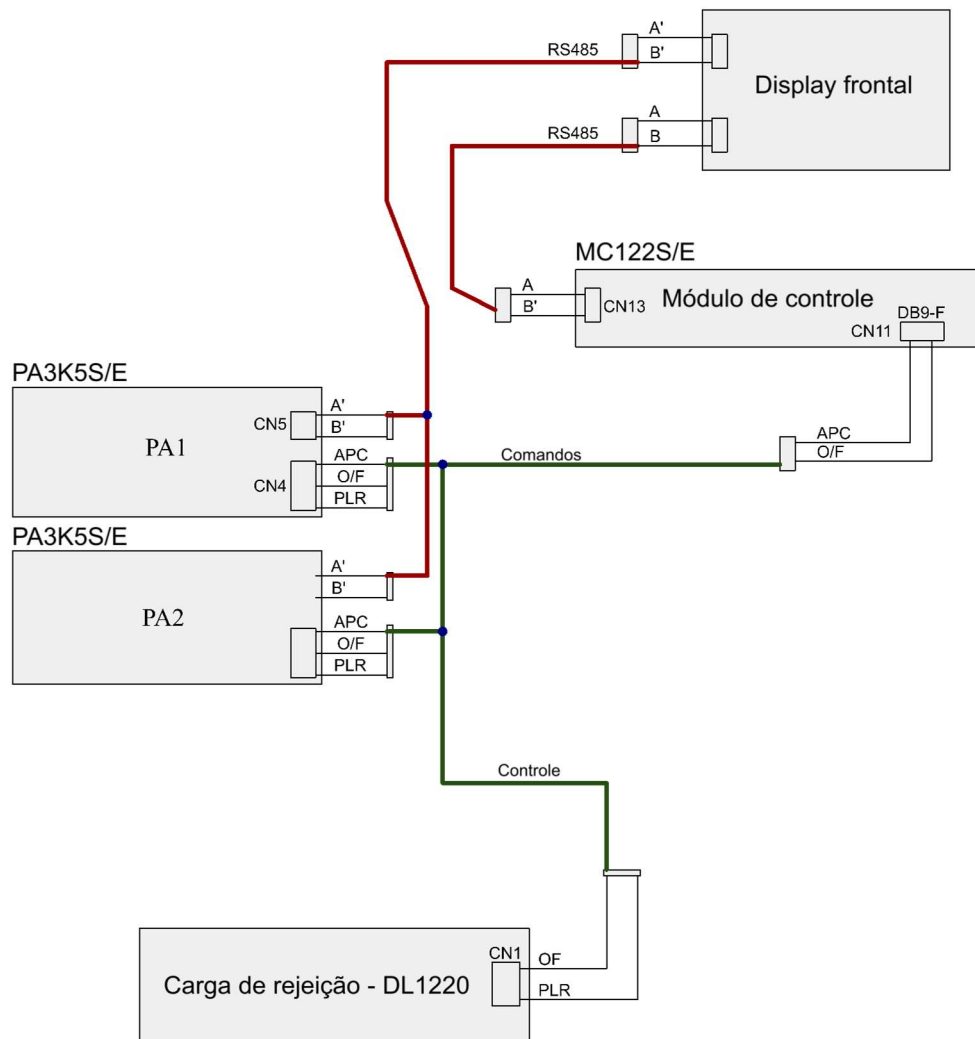


Figura 3: Controle

O conjunto de controle do transmissor FM6K0S/E interliga todos os módulos através de uma interface RS485 utilizando-se apenas dois fios, o fio A e B. Essa interface 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 MC122S/E programado para o endereço zero, daí para baixo cada módulo recebe o seu número; Ex. módulo 1 e 2. Essa distribuição garante a sequência lógica já desenhada no aplicativo em HTML onde é mostrada uma tela com a distribuição das medidas e alarmes. Uma inversão causará ao operador maiores dificuldades de 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 MC122S/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. Com todas as respostas dos módulos obtidas esses valores são apresentados no display principal.

A interface RS485 chega, portanto, no módulo do Display superior onde é convertida em uma interface USB para ser ligada ao computador RASPBERRY que apresentará em HTML o status do transmissor.

No display auxiliar localizado no módulo MC122S/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 MC122S/E.

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 MC122S/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.
- **PLR.** O sinal PLR vem do módulo DL1220 a carga de rejeição, trata-se de um sinal binário gerado pelo contato do relé situado dentro da carga e vai para o módulo de controle MC122S/E e tem por função reduzir a potência de saída do transmissor quando houver aquecimento excessivo na carga de rejeição devido ao desequilíbrio entre os módulos. Isto ajuda a proteger os resistores de desequilíbrio.
- **O/F.** O sinal O/F é um comando digital que sai do módulo MC122S/E através de um contato de relé e está presente em todos os módulos PA3K5S/E. Sua função é de desligar os módulos e a carga de rejeição DL1220 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 FM6K0S/E.

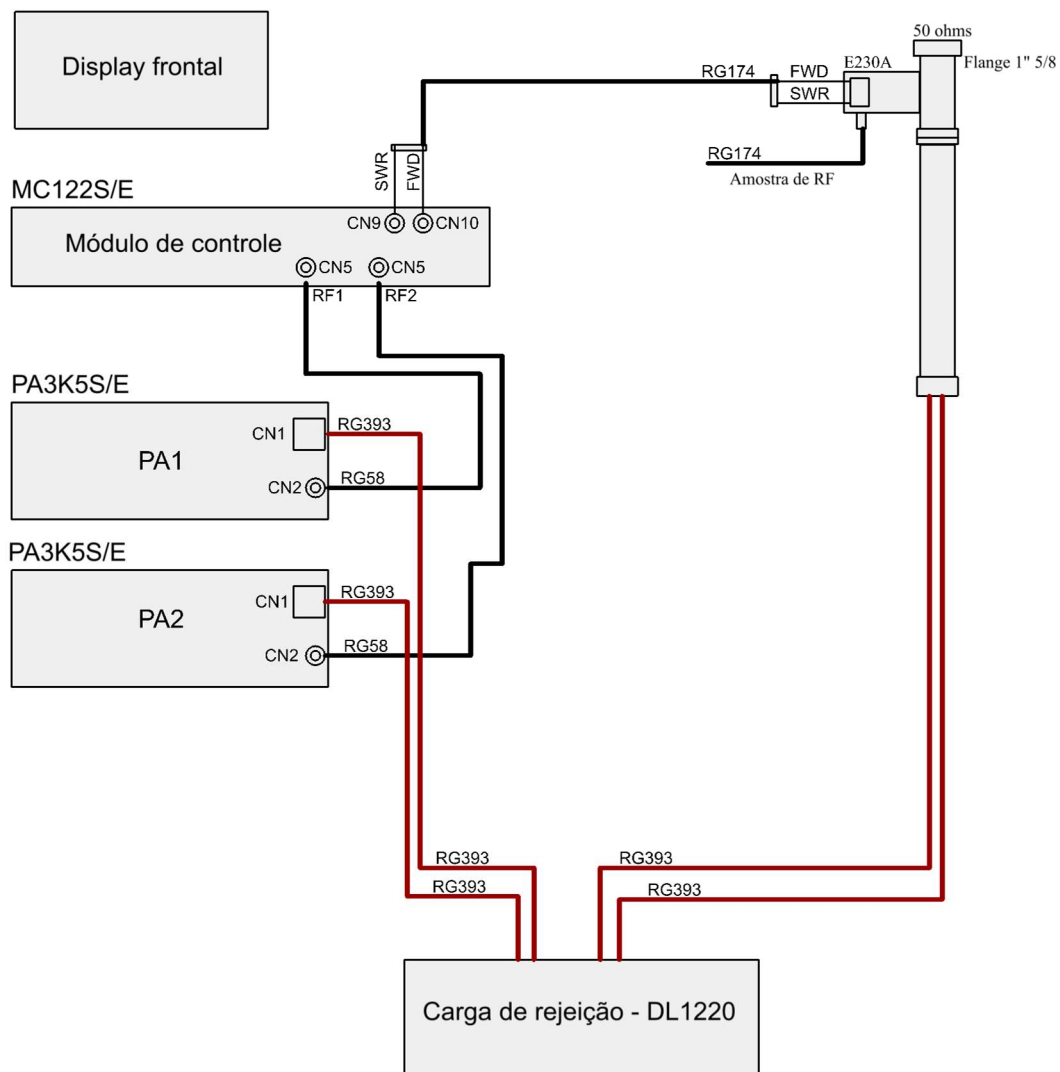


Figura 4: RF

O sinal de RF (rádio frequência) do transmissor FM6K0S/E é gerado dentro do módulo de controle MC122S/E que é responsável pela seleção do canal de FM seja ele na faixa de 88 a 108MHz ou na faixa estendida 76 a 87,9MHz, também pela modulação em FM e demais atributos associados.

Ainda dentro do módulo de controle temos um amplificador e um divisor do tipo Wilkinson de quatro saídas que disponibilizam quatro sinais compostos de RF denominados aqui como RF1 e RF2 conforme é mostrado bem acima na figura 4, módulo de controle. Estes sinais saem com amplitude e fase rigorosamente iguais.

Quatro cabos coaxiais de mesmo comprimento do tipo RG58 levam os sinais RF1 e RF2 para os módulos correspondentes.

Os módulos PA3K5S/E por sua vez amplificam esses sinais até a sua potência programados para tal.

Nas saídas dos módulos por sua vez há um conjunto de cabos coaxiais do tipo RG393 que junto com a linha rígida de acoplamento com a saída para antena formam agora um somador Wilkinson para reunir o sinal de RF original gerado no módulo de controle, porém agora com a potência necessária para entregar à antena.

Entre os cabos do somador Wilkinson, RG393, há a carga de rejeição DL1220 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.

Na saída da linha rígida há uma sonda de RF que capta uma pequena amostra da potência de saída do transmissor e também uma pequena amostra de ondas estacionárias que possa vir acontecer devido a descasamento com a antena. Estes sinais são retificados pela placa E230A situada junto a sonda e enviados para o módulo de controle para após serem processados mostrarem as a potência de saída e também as ondas estacionárias no display principal do transmissor.

Na linha rígida há também uma sonda de amostra de RF para utilização externa ao transmissor.

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

Observações:

## Seção 2: Módulo MC122S e MC122E

Os módulos MC122S e MC122E 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

122= indicação de 2 saídas de RF

123= indicação de 3 saídas de RF

124= indicação de 4 saídas de RF

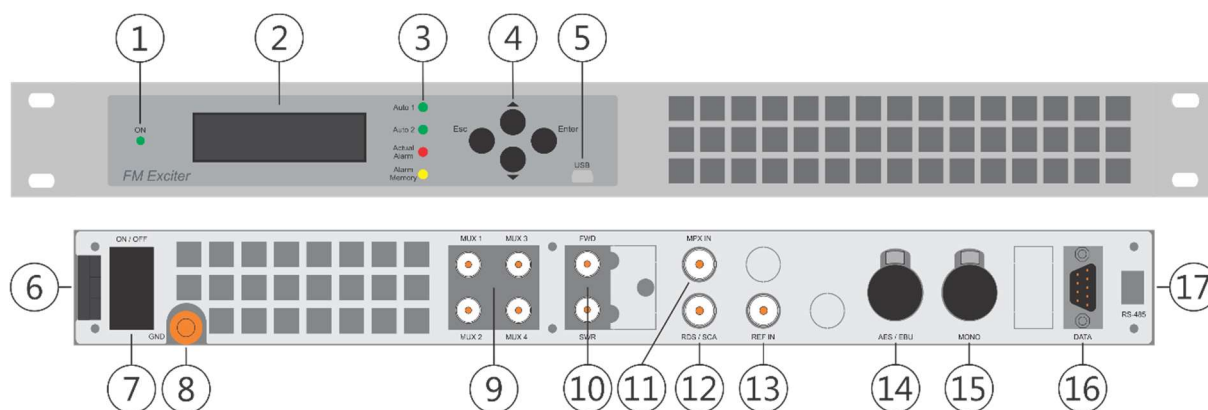
MC= abreviação Módulo de controle

### 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.

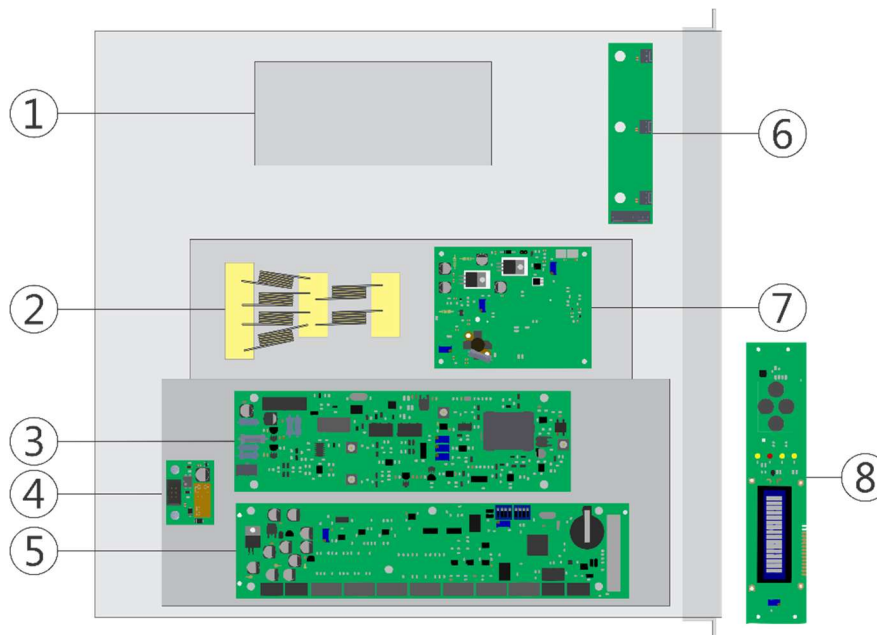
Segue abaixo a apresentação do painel frontal do módulo MC122S/E, figura 1 e do painel traseiro com os acessos e conectorização, figura 5.



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

Figura 5: Painéis Frontal e Traseiro MC122S/E

### 2.3 Localização das partes no gabinete do módulo MC122S/E.



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

Figura 6: Localização no gabinete MC122S/E

## 2.4 Diagrama em blocos.

A Figura 7 mostra o diagrama em blocos do módulo MC122S/E.

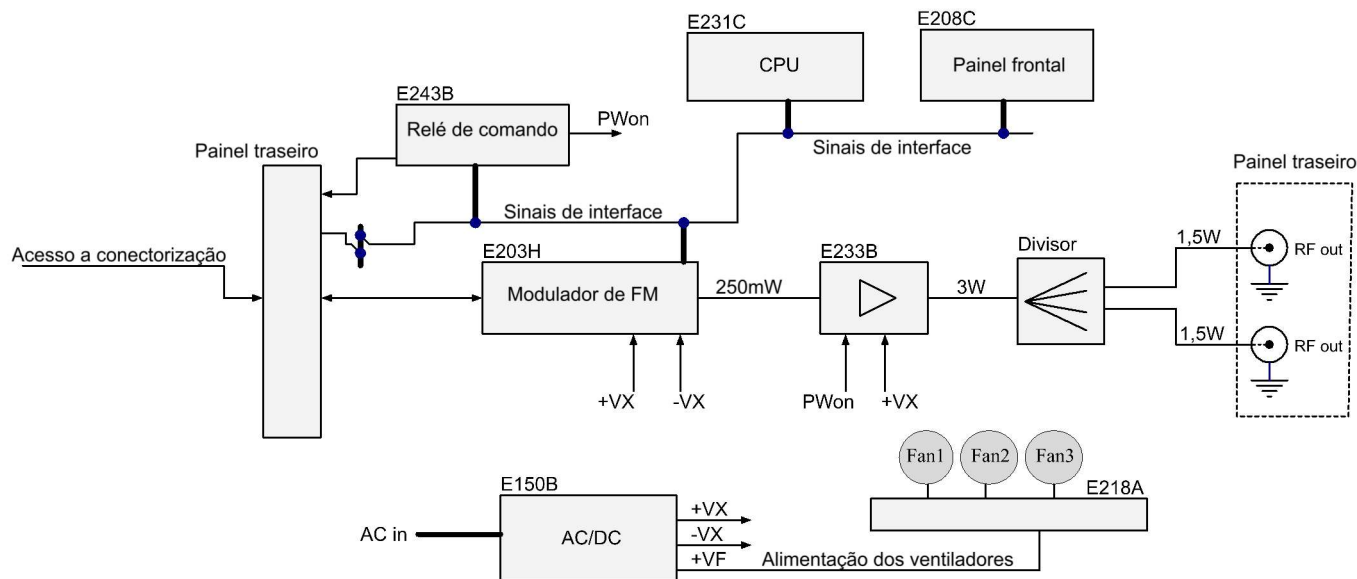


Figura 7: Diagrama em blocos MC122S/E

Abaixo o desenho com a localização das placas eletrônicas dentro do gabinete do módulo MC122S/E.

## 2.5 Descritivo e funcionamento:

### 2.5.1 Placa moduladora de FM, E203H, Figura 8:

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.

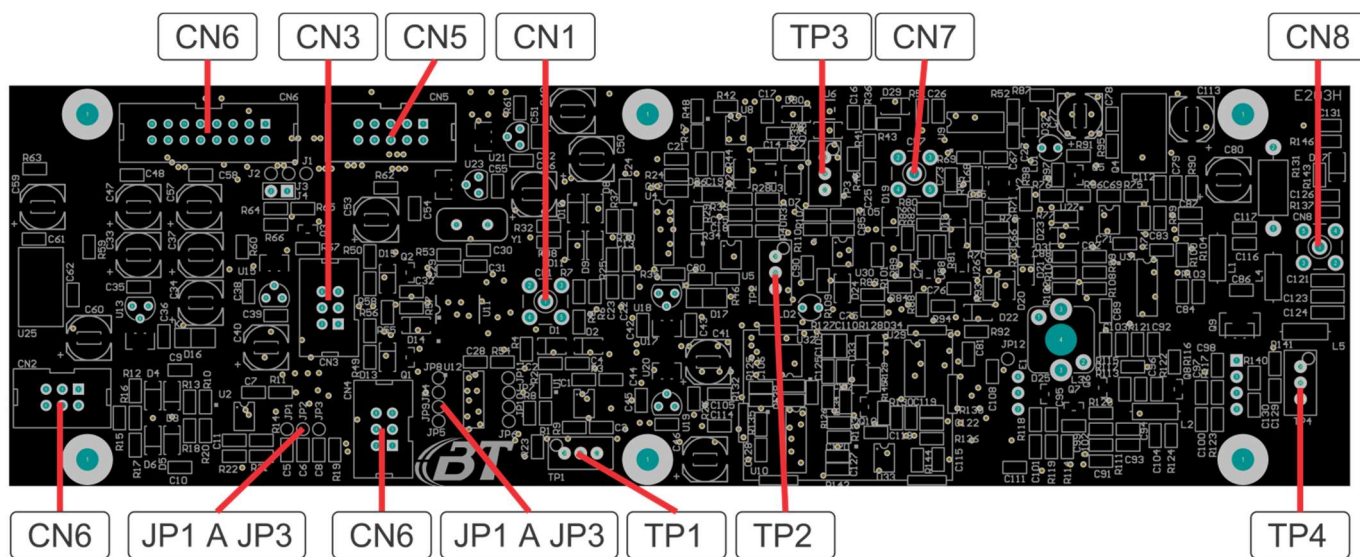


Figura 8: Modulador FM - E203H

- **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.

<b>Pré-Ênfasis</b>	<b>JP1</b>	<b>JP2</b>	<b>JP3</b>
25µS	X		
50µS		X	
75µS			X

Tabela 1: Seleção Pré-Ênfasis

<b>Modo de seleção int/ext</b>	<b>JP4</b>	<b>JP5</b>	<b>JP6</b>	<b>JP7</b>	<b>JP8</b>	<b>JP9</b>	<b>JP10</b>	<b>JP11</b>
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 9 abaixo mostra a posição de cada um deles no conector e os seus descritivos.

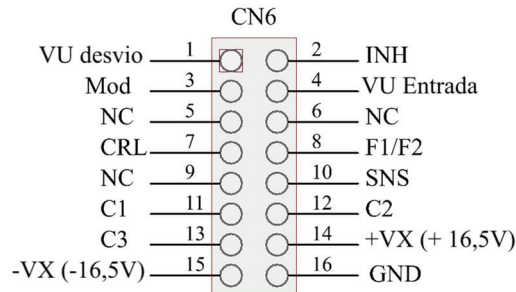


Figura 9: Conector CN6 da E203H

- **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 10:

O sinal de aproximadamente 250mW vindo da placa moduladora E203H é amplificado na E233B até cerca de 6W e, a seguir, dividido em quatro saídas de RF para os 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 standby 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.

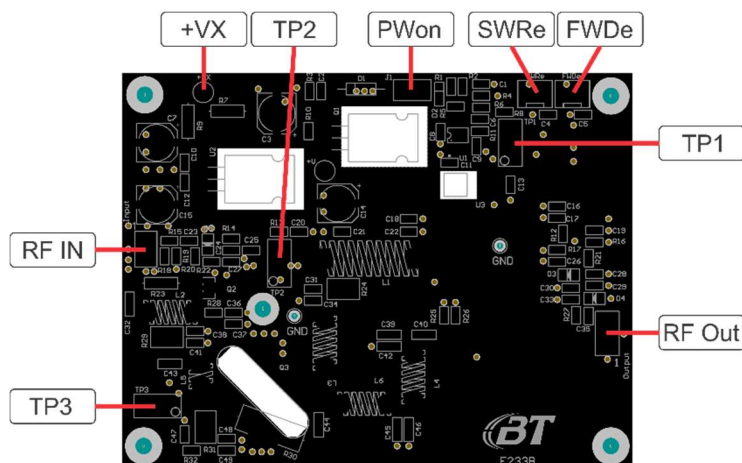


Figura 10: Amplificador de RF - E233B

- **+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 Divisor de RF.

O circuito divisor de RF utilizado é do tipo Wilkinson com uma entrada e duas saídas em 50 ohms, todas rigorosamente iguais em fase e amplitude para garantir aos módulos subsequentes, os PA3K5S/E 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 MC122S e 82MHz para os módulos MC122E. Também fazem parte do circuito um conjunto de resistores para absorver possíveis desequilíbrios devido a remoção de um ou mais módulos externamente.

### 2.5.4 CPU, E231C, Figura 11:

A placa E231C do módulo MC122S/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.

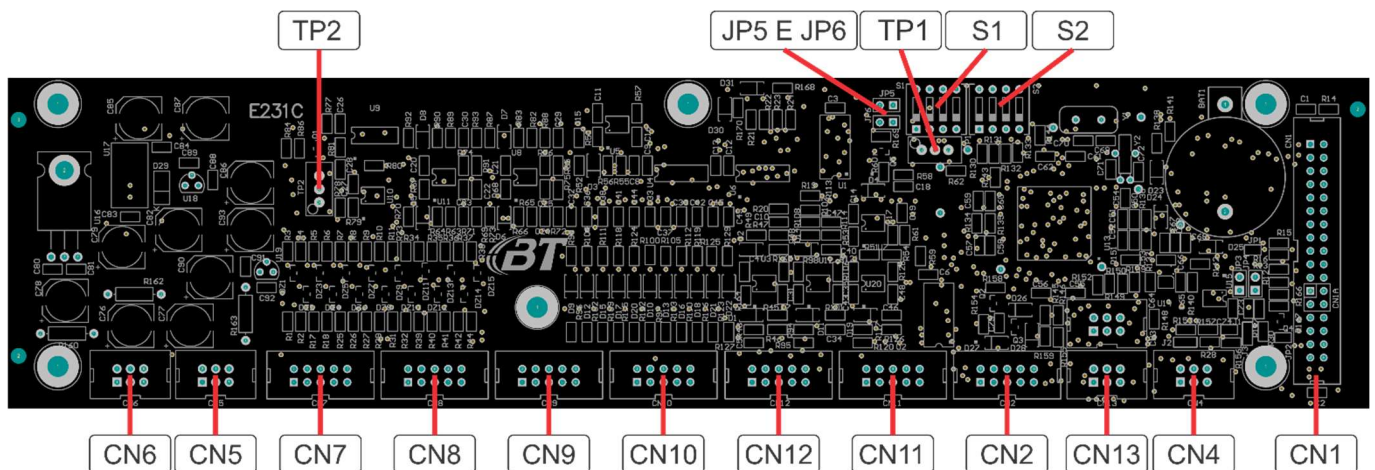


Figura 11: CPU - E231C

- **CN1.** Conector de interfaceamento com o display, teclado e interface USB localizados no painel frontal do módulo MC122S/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 MC122S/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.

Para transmissores equipados com módulos PA3K5S/E a interface escolhida é a RS485 localizada na parte traseira, pois é necessário a comunicação com o restante dos módulos. No caso de transmissores menores, de um gabinete somente que é o caso dos transmissores de 3500W para baixo, a interface escolhida é a USB no painel frontal.

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: Dicerionamento de interface

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

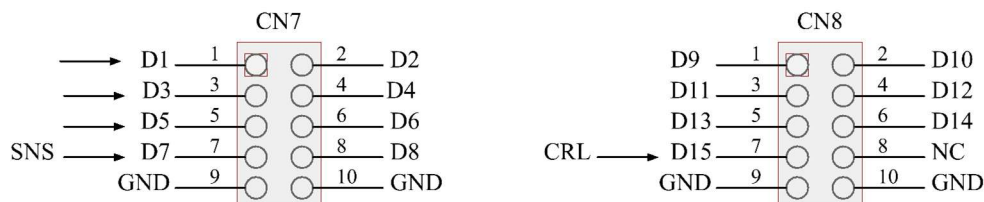


Figura 12: Entradas digitais

Apenas as entradas digitais D7 dos conectores CN7 e CN8 são utilizadas no módulo MC122S/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 MC122S/E são mostradas abaixo com a localização de cada uma no pino do conector correspondente.

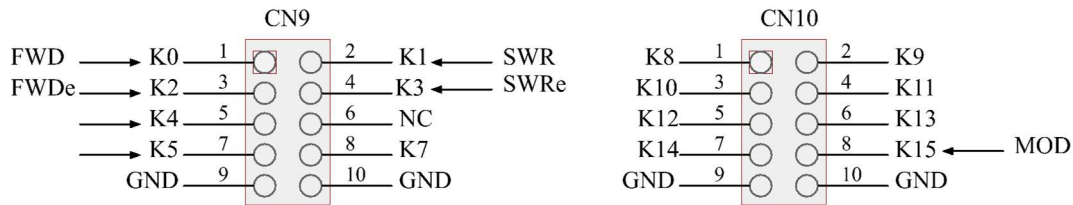


Figura 13: Entradas analógicas

- **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**

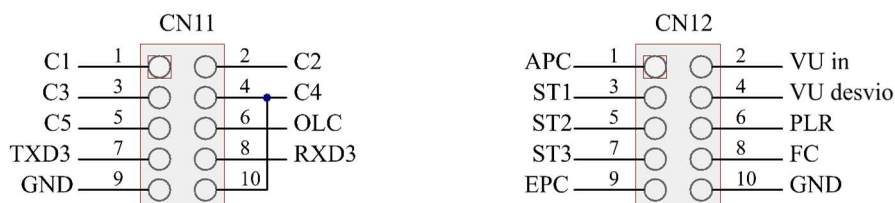


Figura 14: Comandos digitais e sinais

- **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 MC122S/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.

### 2.5.5 Painel frontal, E208E, Figura 15.

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 MC122S/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.

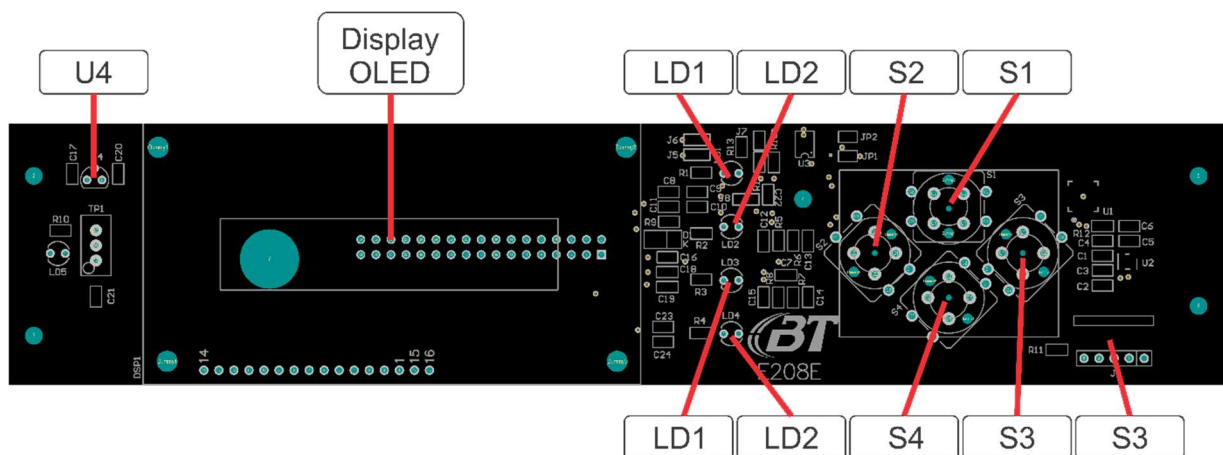


Figura 15: Painel Frontal – E208E

- **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.

### 2.5.6 Comando dos módulos, E243B, Figura 16.

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.

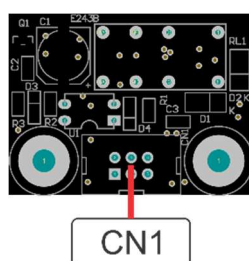


Figura 16: Comando de desligamento dos módulos

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

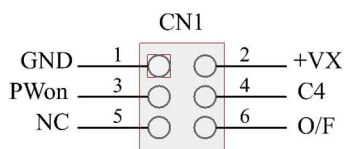


Figura 17: Conector CN1

- PWon. Sinal de comando para desligamento da RF na saída do módulo MC122S/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.

### 2.5.7 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.

Observações:

## Seção 3: Módulo PA3K5S e PA3K5E:

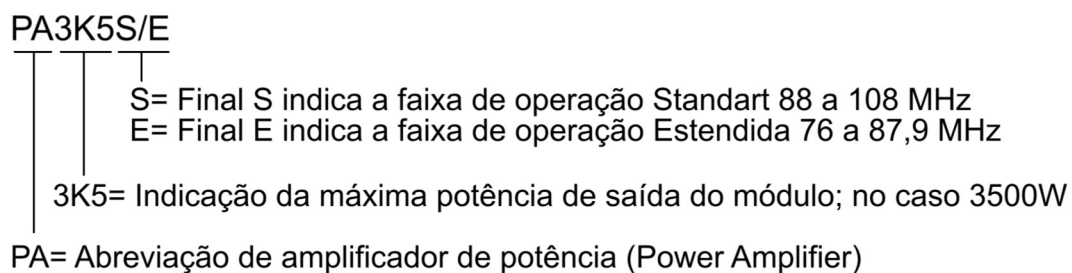
Os módulos PA3K5S e PA3K5E são as células amplificadoras básicas dos transmissores BT.

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 18 apresenta o painel frontal e traseiro do módulo PA3K5S/E e os seus acessos.

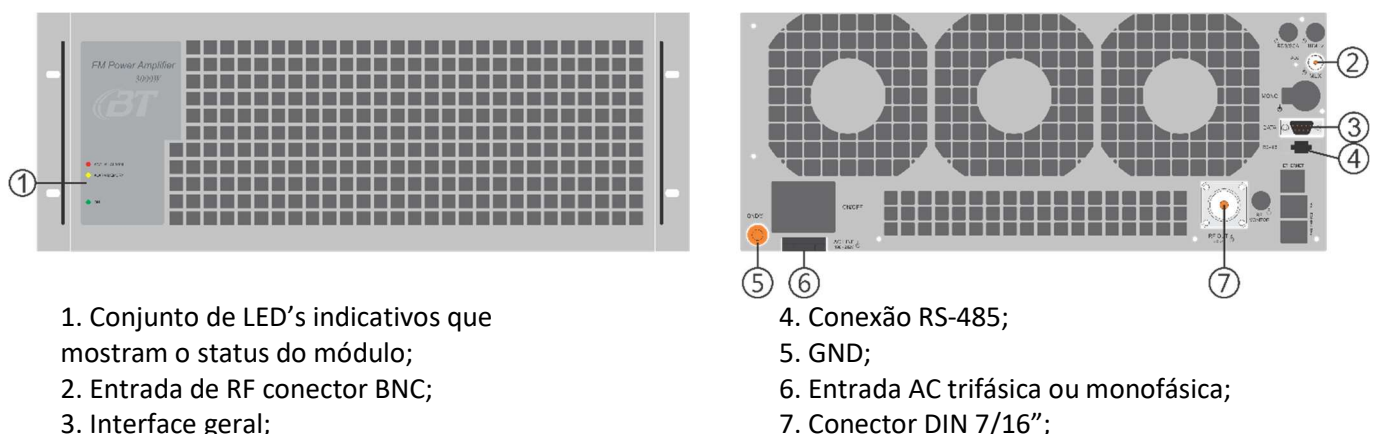
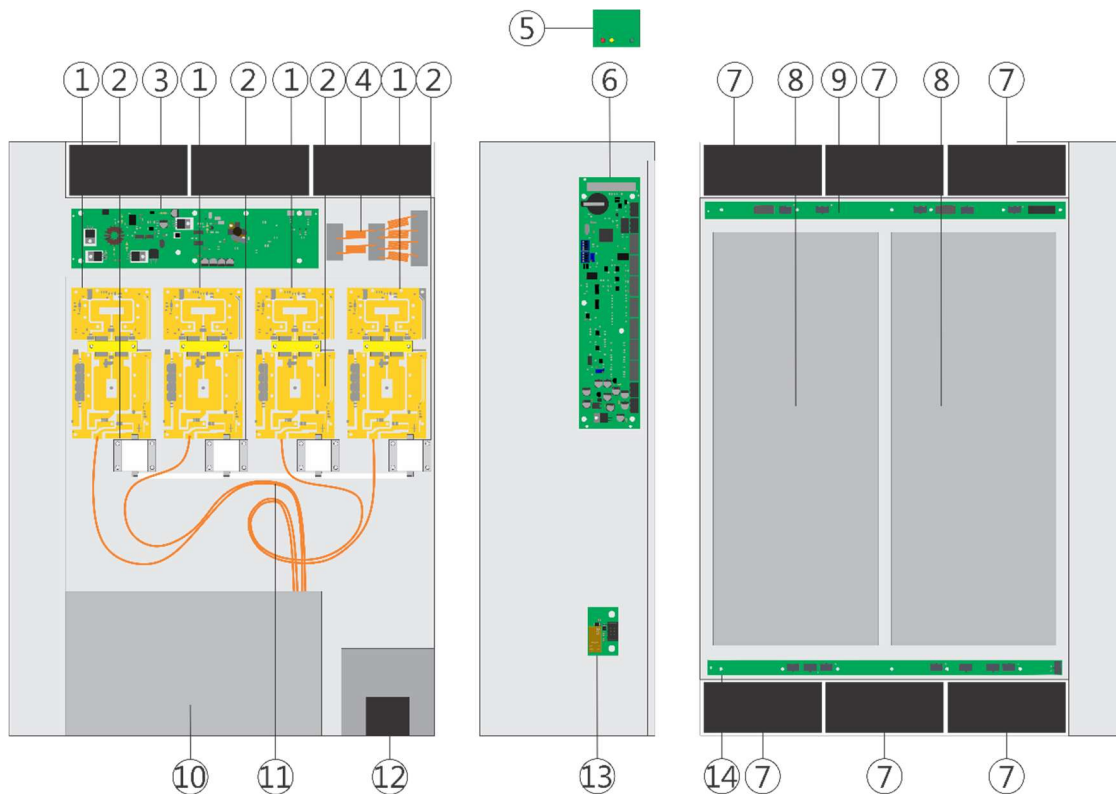




Figura 18: Painéis Frontal e traseiro módulo PA3K5S/E

### 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 19: Localização das partes do gabinete

### 3.4 Diagrama em blocos:

O diagrama em blocos da figura 4 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 20.

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.

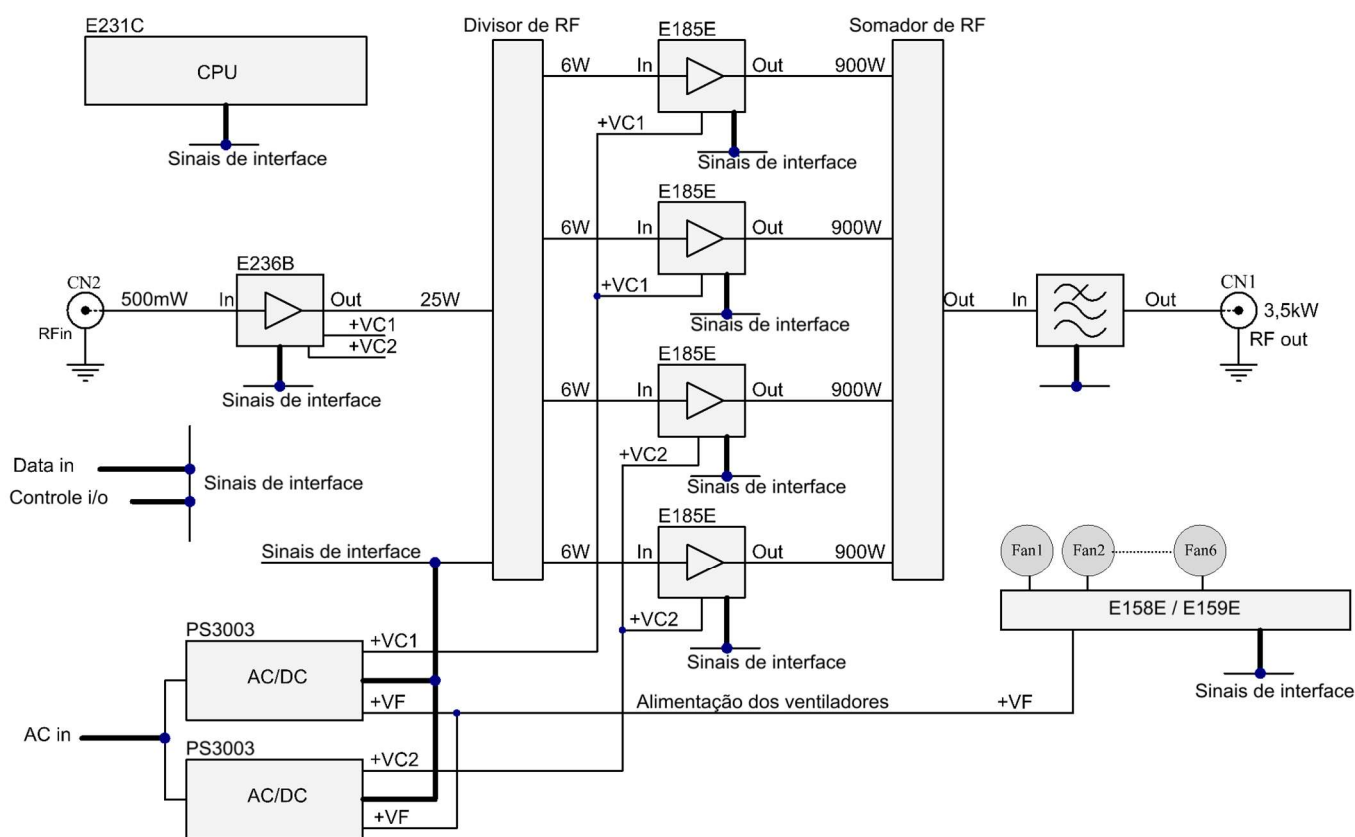


Figura 20: Diagrama em blocos PA3K5S/E

### 3.5 Descritivo e funcionamento:

#### 3.5.1 Excitadora de RF, E236B, Figura 21.

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 standby.

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.

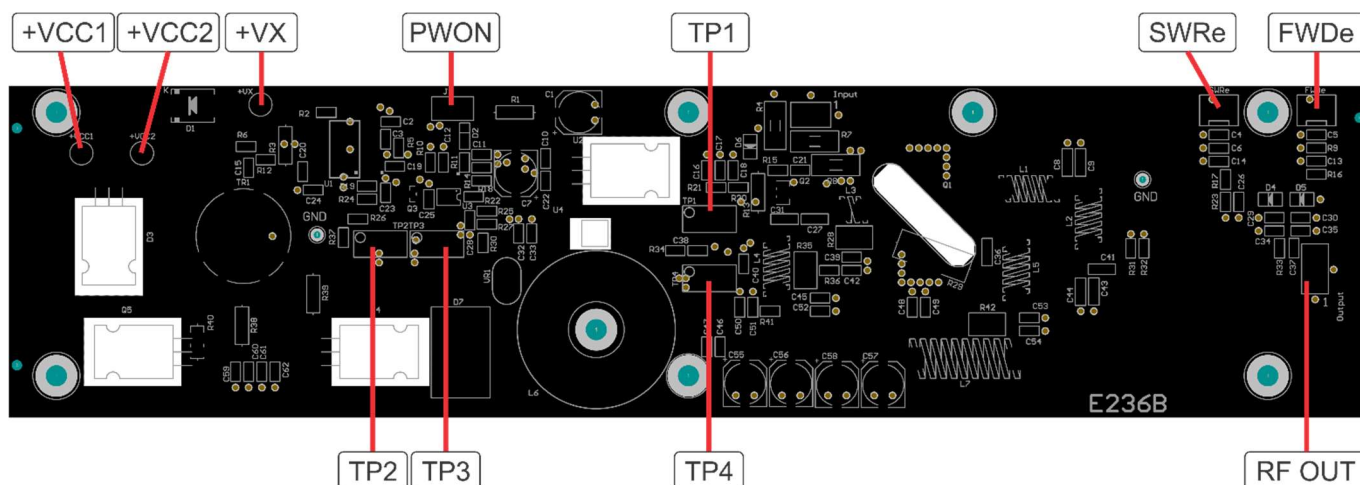


Figura 21: Excitador RF - E236B

- **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 22.

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 MC122S/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.

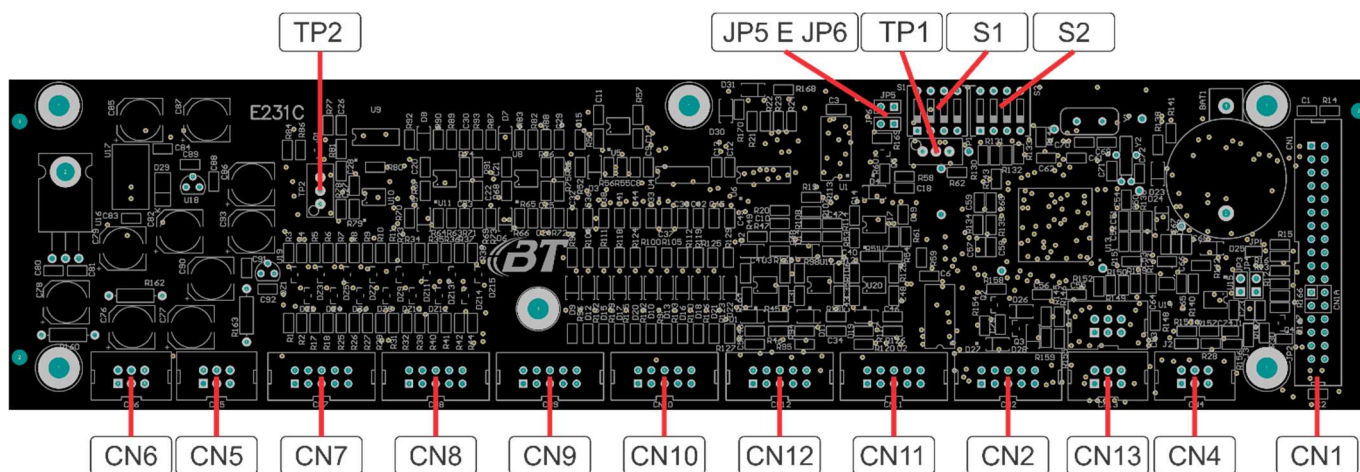


Figura 22: CPU - E231C

- **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 MC122S/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 MC122E/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.

Para o transmissor FM6K0S/E equipados com módulos PA3K5S/E e MC122S/E a interface escolhida é a RS485 localizada na parte traseira, pois é necessário a comunicação com o restante dos módulos. No caso de transmissores menores, de um único gabinete que é o caso dos transmissores de 3500W para baixo, a interface escolhida é a USB no painel frontal.

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.**

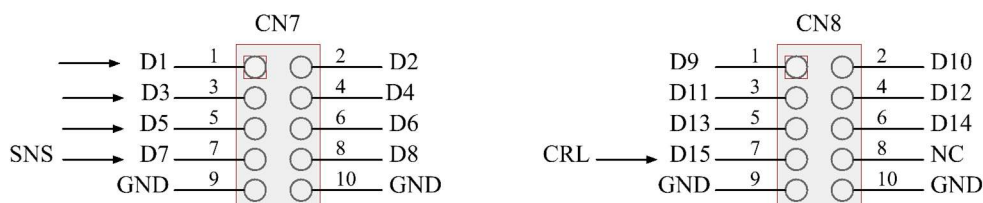


Figura 23: Entradas digitais

As entradas digitais D1 a D15 conforme mostra a figura 7, 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.

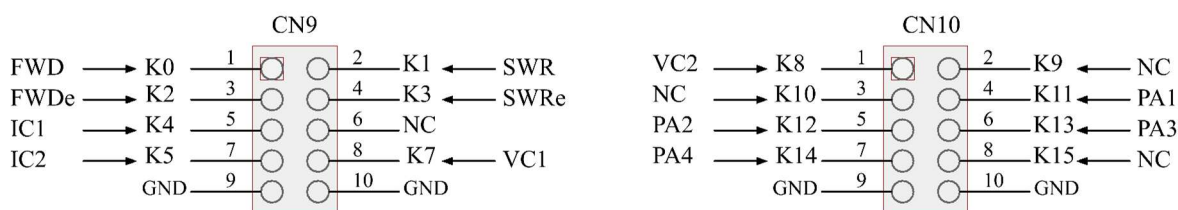


Figura 24: Entradas analógicas

- **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 25: 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 MC122S/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 26.

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 MC122S/E.

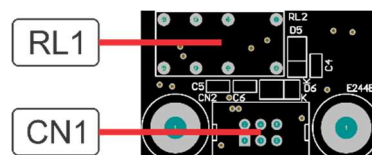


Figura 26: Comando liga/desliga - E244B



➤ **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 MC122S/E que serve para acionar D14.

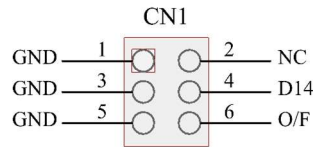


Figura 27: Conector CN1

3.5.8 Interface de sinais, placa E158E. Figura 28.

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.

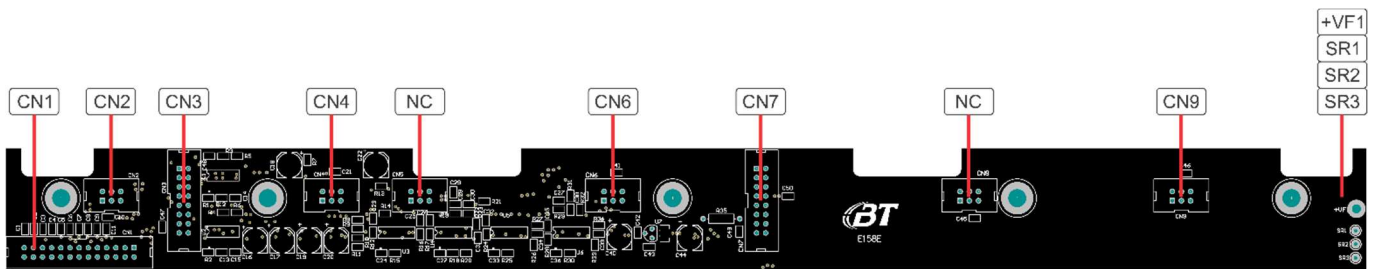


Figura 28: Interfacemento de ligações E158E

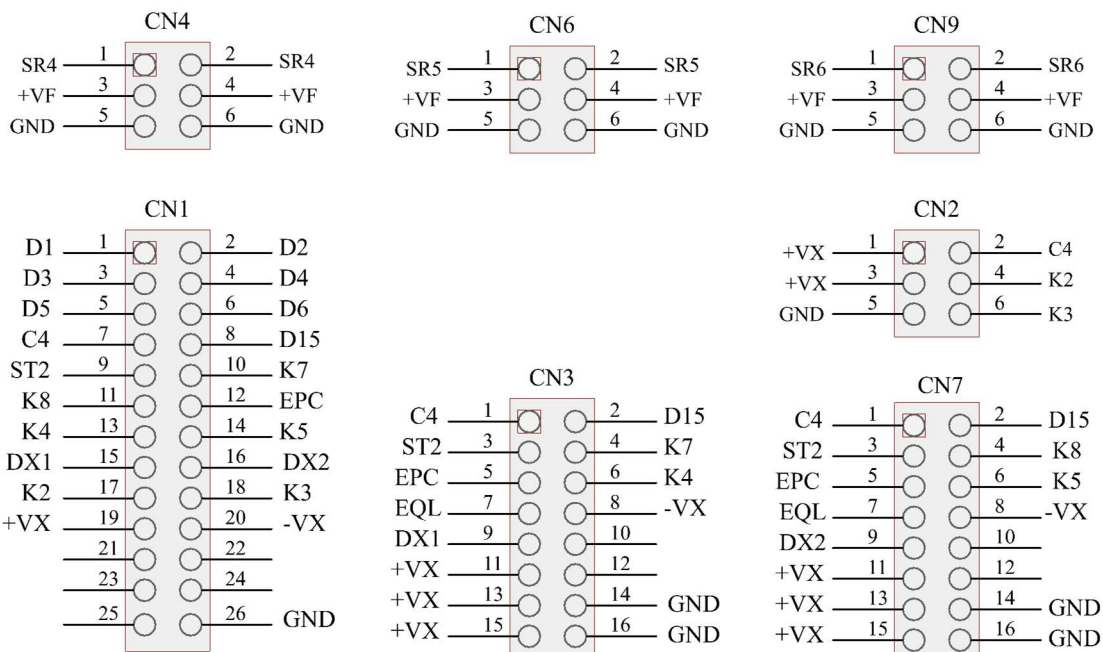


Figura 29: Conexões E158E

- **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 30.

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 30: Interface de sinais E159E

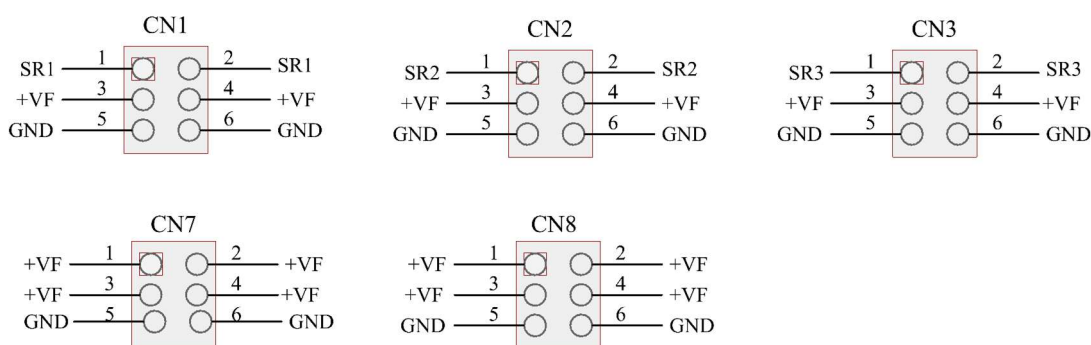


Figura 31: Conexões E159E

- 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 32.

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 32: PS3003T/M

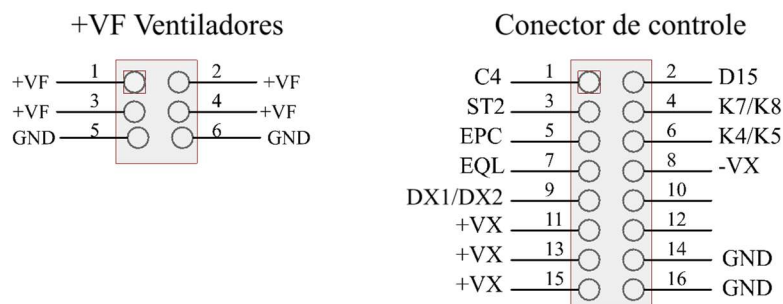


Figura 33: Conexões PS3003T/M

- +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 DL1220S/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.

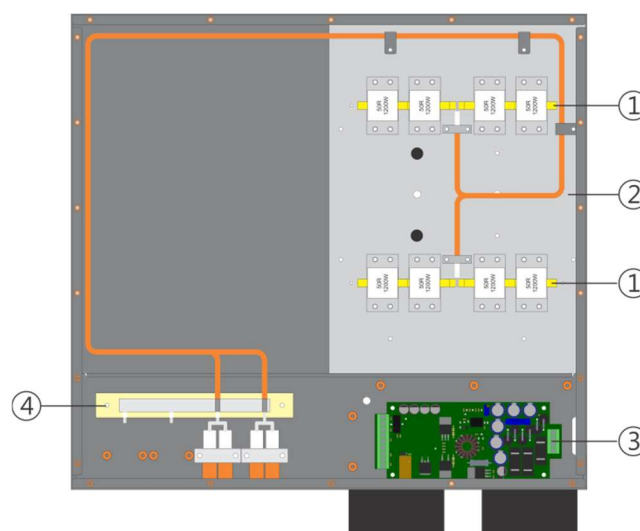
Abaixo segue a descrição da nomenclatura geral utilizadas para as cargas de rejeição dos três modelos citados.

DL12xx	
—	xx= 20 Utilizada em transmissores FM6K0S-E com dois conjuntos de resistores
—	xx= 30 Utilizada em transmissores FM9K0S-E com três conjuntos de resistores
—	xx= 40 Utilizada em transmissores FM12KS-E com quatro conjuntos de resistores

EX: DL1220= Carga de rejeição utilizada em um transmissor FM6K0S/E.

### 4.2 Descrição do módulo.

A Figura 34 mostra o desenho básico da carga de rejeição DL1220 e a distribuição das suas partes internas.

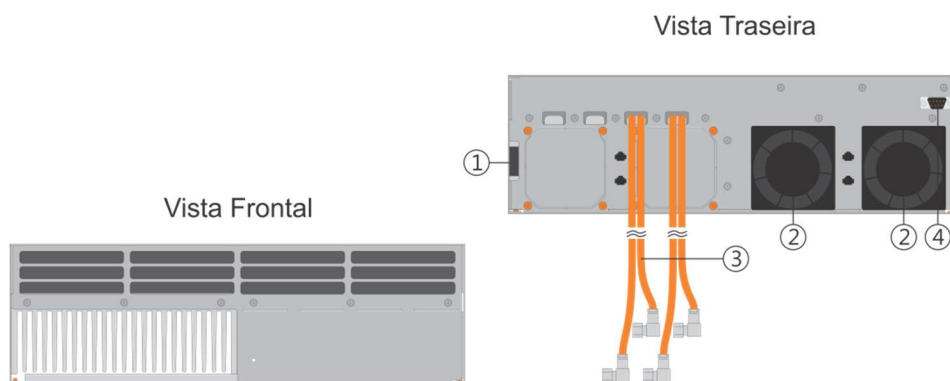


1. Conjunto de resistores flangeados;
2. BALUN cabo RG142;

3. Conversor AC/DC placa E242C;
4. Ponto Virtual;

Figura 34: Vista superior DL1220S/E

### 4.3 Localização das partes no gabinete do módulo DL1220S.



- 1. Entrada AC trifásica 20,8V;
- 2. Ventiladores;

- 3. Cabos RG393 conjunto Wilkinson;
- 4. Sinais de comando.

Figura 35:Vistas frontais e traseira DL1220S/E

### 4.4 Diagrama de Blocos

A Figura 37 abaixo mostra o diagrama básico do módulo DL1220 para transmissor FM6K0S/E.

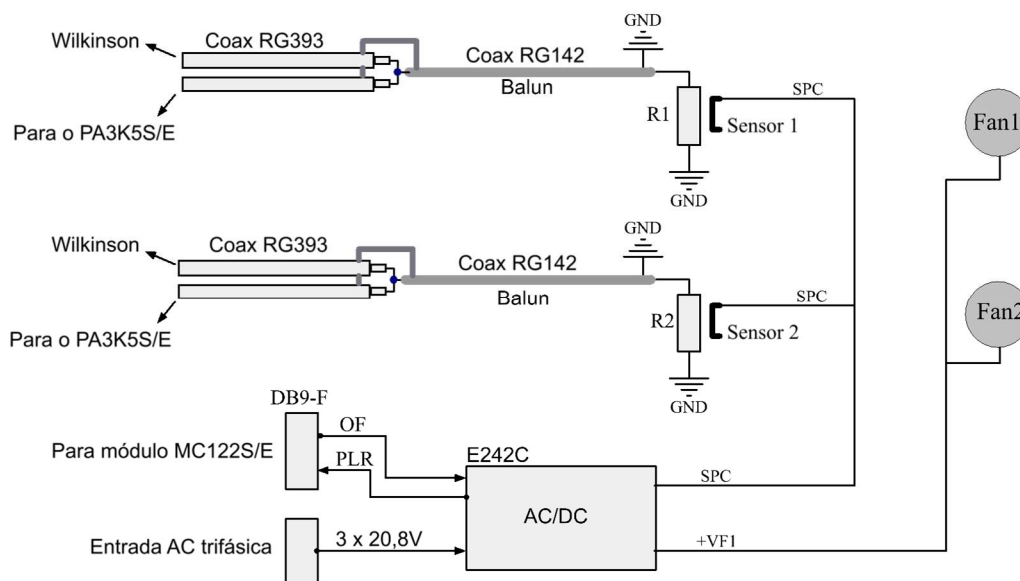


Figura 36: Diagrama em blocos DL1220S/E

A carga de desequilíbrio modelo DL1220 apresentada aqui, utilizada no transmissor FM6K0S/E é formada em sua essência por um conjunto de cabos de RF e resistores do tipo flange monitorados por sensores para controle da temperatura.

A arquitetura da carga utiliza-se de dois conjuntos de resistores de 50 ohms, um para cada módulo PA3K5S/E ligados em série e transversais entre a saída dos módulos. Na realidade os resistores não estão ligados diretamente a saída de cada módulo e sim através de dois BALUNS formados por cabos RG142 de 1/2 de comprimento de onda que resultam em um circuito equivalente ao citado anteriormente. O uso de BALUNS permite que seja possível aterrar um dos lados de cada conjunto resistivo o que diminui sobremaneira a componente reativa do conjunto de resistores



Os cabos de acesso à carga de rejeição são os mesmos cabos que compõe o somador Wilkinson que faz a soma dos módulos PA3K5S/E. São cabos RG393 de alta performance com dielétrico de PTFE (teflon) com seus condutores internos e externos com acabamento em banho de prata. Esses cabos são cortados em  $\frac{1}{4}$  e  $\frac{1}{2}$  de comprimento de onda nas frequências centrais de cada modelo de transmissor, seja ele faixa STANDART ou Estendida.

Já os sensores de temperatura enviam sinais para o conversor DC/DC da placa E242C que através da variação da tensão de saída do conversor DC, controla a rotação dos ventiladores. A placa E242C envia o sinal PLR para o módulo de controle MC122S/E para reduzir a potência do transmissor quando houver desequilíbrios maiores do que o aceitável, no caso um módulo inteiro fora de ação. Com isso garante-se a manutenção do transmissor no ar mesmo que com potência reduzida.

A redução de potência do transmissor é necessária também para a proteção da carga de rejeição evitando assim superaquecimento na mesma.

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

## 4.5 Descritivo e funcionamento

### 4.5.1 Conversor AC/DC, E242C, Figura 37.

O conversor E242C é uma fonte chaveada AC/DC que recebe tensão trifásica da rede elétrica através do transformador localizado na base do rack do transmissor e que reduz de 220V/380V para 20,8V por fase.

A tensão é retificada para o valor de 30V DC aproximadamente e chega à entrada do conversor DC/DC que rebaixa essa tensão para dois níveis de tensões de saída, um de 16V e o outro de 24V aproximadamente. Esses valores são comandados pelos sensores de temperatura postos nos dissipadores dos resistores da carga e que determinam a rotação dos ventiladores de arrefecimento.

A lógica de controle da placa gera também o sinal de comando de redução de potência e atua no desligamento do conversor quando o transmissor for posto em modo Standby.

A Figura 38 abaixo mostra a placa E242C e a localização de seus acessos.

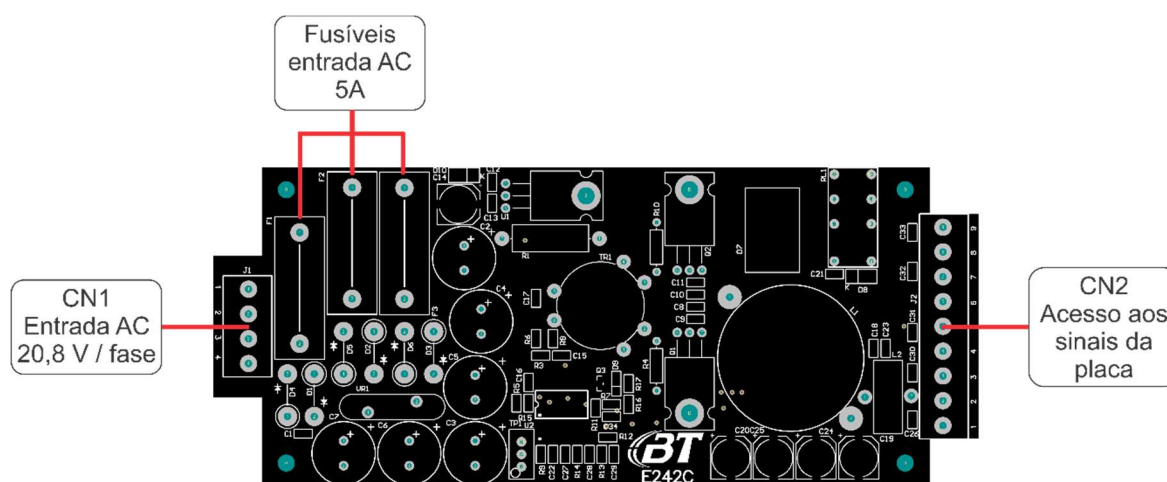


Figura 37: Fonte e controle DL1220S/E - E242C



➤ **Sinais elétricos de acesso do conversor AC/DC carga de rejeição DL1220:**

A Figura 38 mostra os pinos de acessos dos conectores CN1 e CN2 da placa E242C.

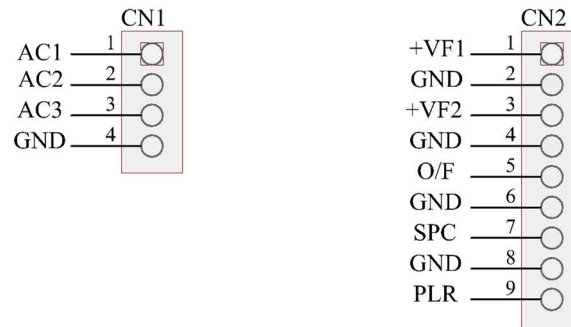


Figura 38: Conectores CN1 e CN2 - E242C

- **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 MC122S/E situado na parte superior do transmissor. Conecta-se internamente à placa CPU E231C.
- **SPC.** Sinal que sai dos sensores bimetálicos 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 MC122S/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.

### 4.6 Diagrama de fiação do módulo DL1220, Figura 39

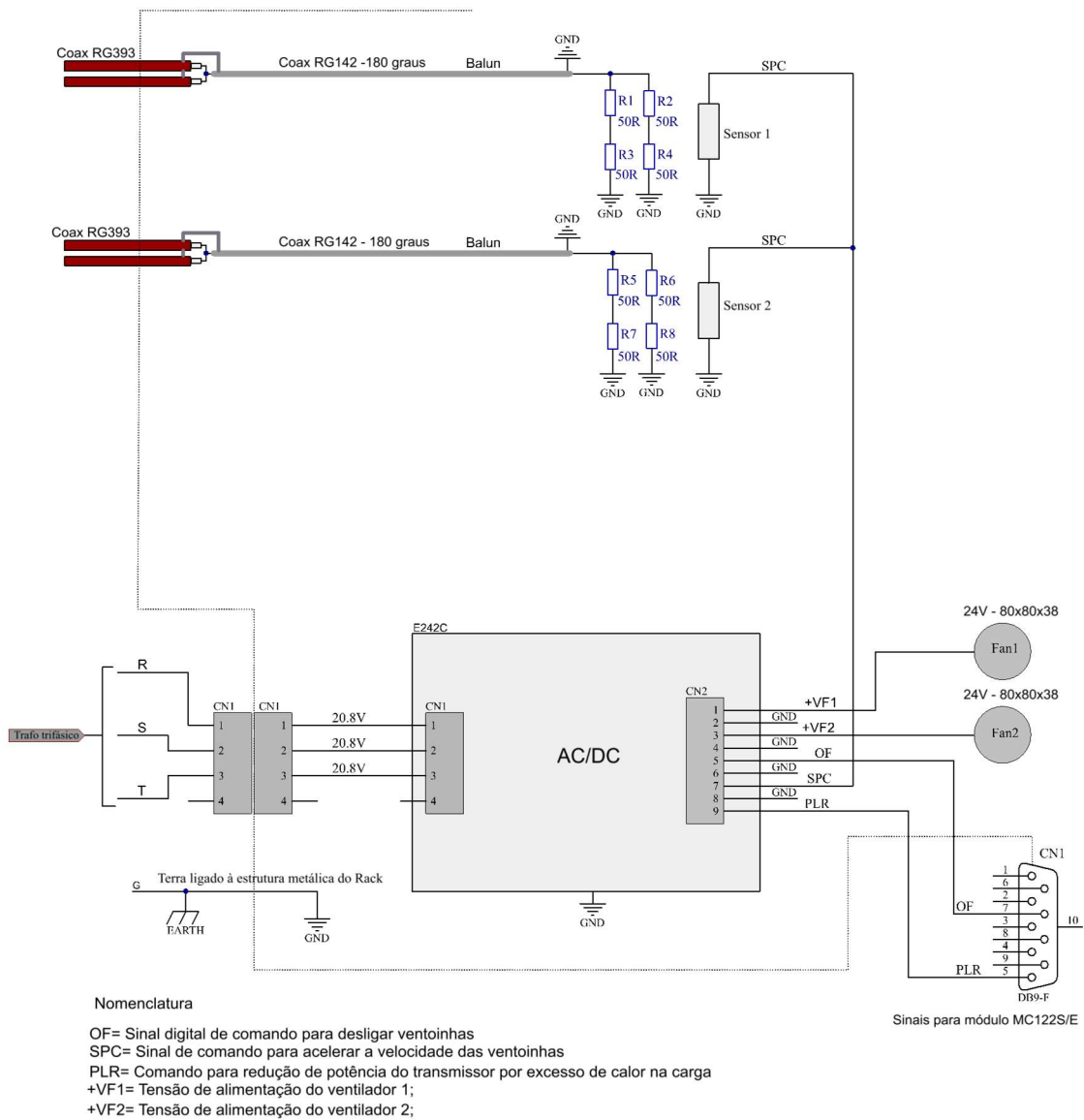


Figura 39: Diagrama Fiação DL1220

Observações:

## Seção 5: Módulo CPU

### 5.1 Descrição do módulo

O sistema de controle e apresentação de dados do transmissor FM6K0S/E é baseado em um display colorido do tipo capacitivo de 7 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 Cortex 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.

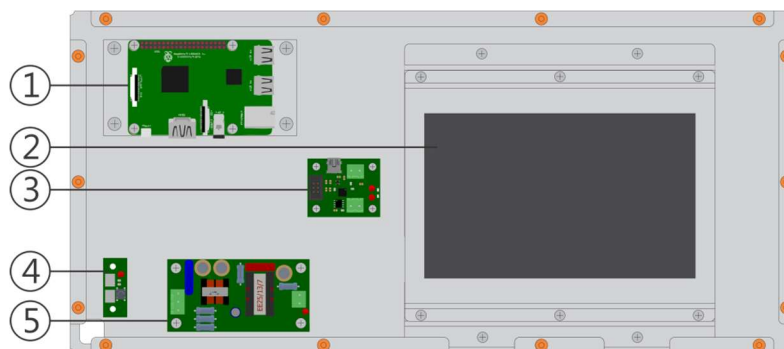
Também está disponível a rede Ethernet Gigabit de 300 MBits/s, além de quatro portas USB 2.0, uma porta HDMI com tamanho convencional e um conjunto de quarenta (40) pinos GPIO para que possibilite a placa ser conectada à circuitos externos; neste caso para futuras expansões.

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

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

### 5.2 Localização das partes no gabinete do módulo CPU

A Figura 40 mostra a localização dos componentes e placas no display frontal com a CPU principal.



1. Microcomputador tipo Raspberry PI3-B ou PI3-B+;

4. Suporte para Led E180F/b;  
5. Conversor AC/DC 220Vac/5Vdc

- 2. Display Touch Screen 7”;
  - 3. Conversores de interface RS485 para USB
- Placa E180F/a;

Placa E250A

Figura 40: Módulo CPU

### 5.3 Diagrama de Blocos

A Figura 41 mostra o diagrama em blocos do gabinete do painel frontal e suas conexões.

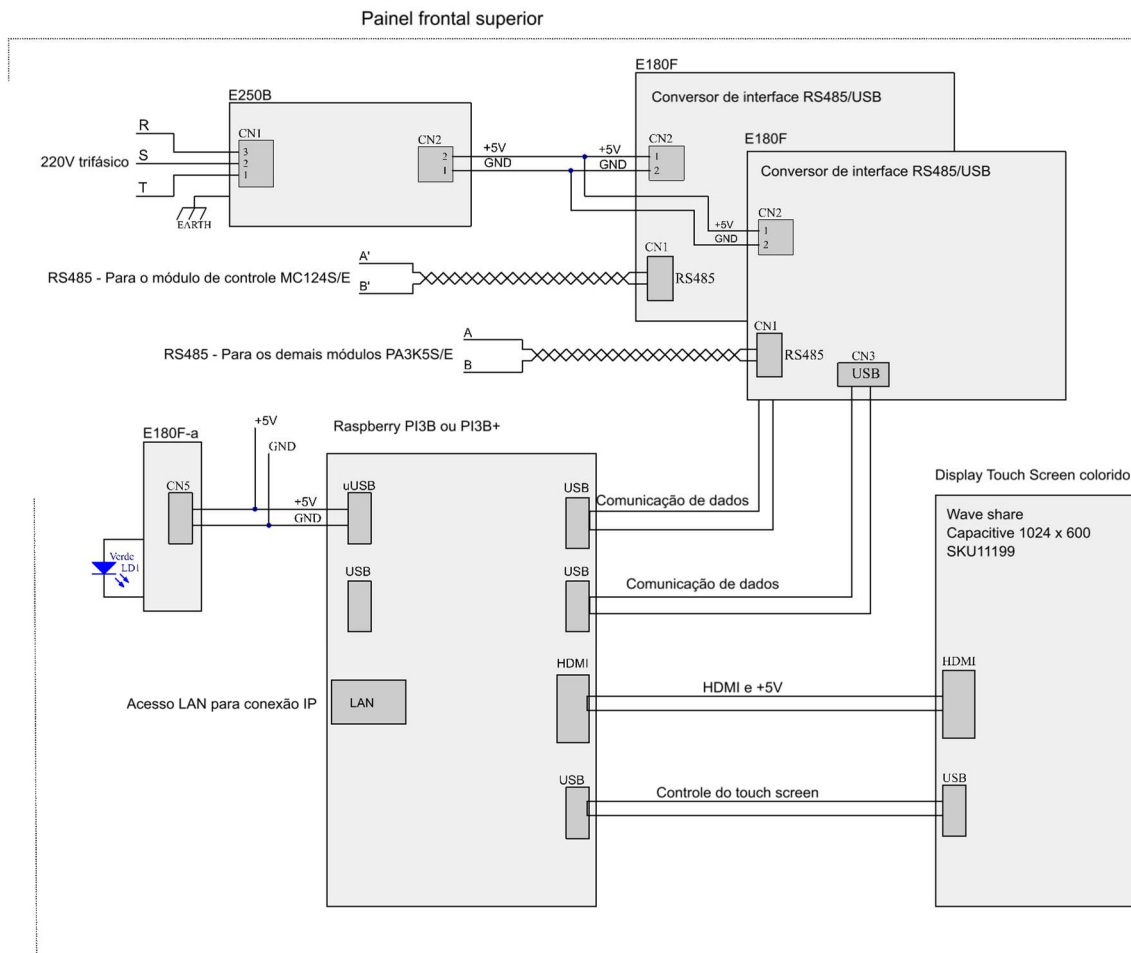
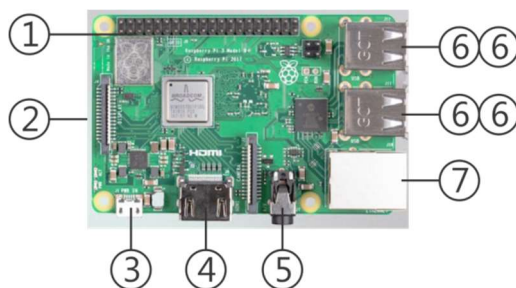


Figura 41: Diagrama de blocos CPU

### 5.4 Descritivo e funcionamento

#### 5.4.1 Raspberry Pi 3 B+

A Figura 42 mostra a placa do microcomputador Raspberry Pi 3 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 42: Raspberry Pi 3 B+

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

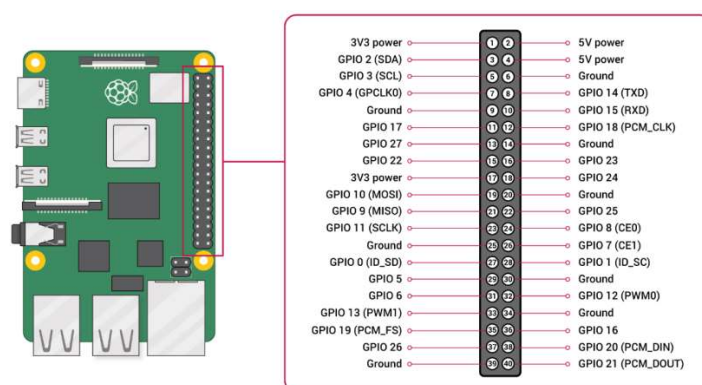


Figura 43: Pinos GPIO

### 5.4.2 Conversor de interface RS485 para USB2.0; placa E180F, Figura 43.

O conversor de interface recebe o sinal A e B (RS485) vindo dos módulos PA3K5S/E e MC122S/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.

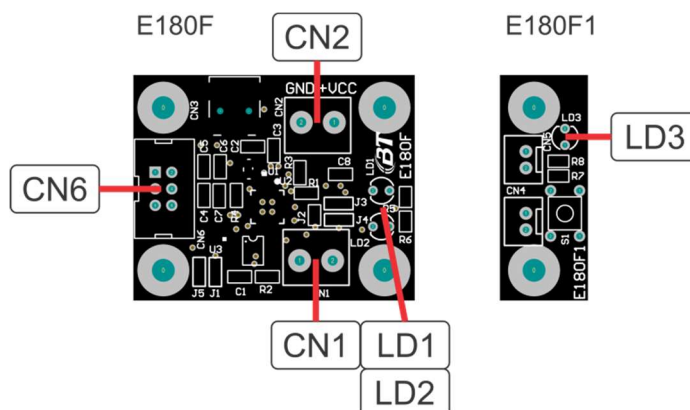


Figura 44: E180F – Conversor RS-485 para USB 2.0

- **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.

### 5.4.3 Conversor AC/DC, placa E250B, Figura 44.

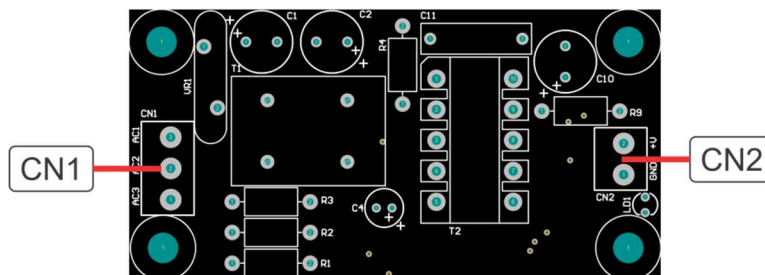


Figura 45: E250B – Conversor AC/DC

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

