

O **Telecomando TC3172**, equipado com **4 entradas digitais e 4 saídas digitais**, permite acionar remotamente até 4 cargas, como motores, válvulas ou sinalizadores, além de receber a confirmação de acionamento. Sua aplicação mais comum é o comando remoto de liga/desliga de motobombas para controle e manutenção do nível de reservatórios.

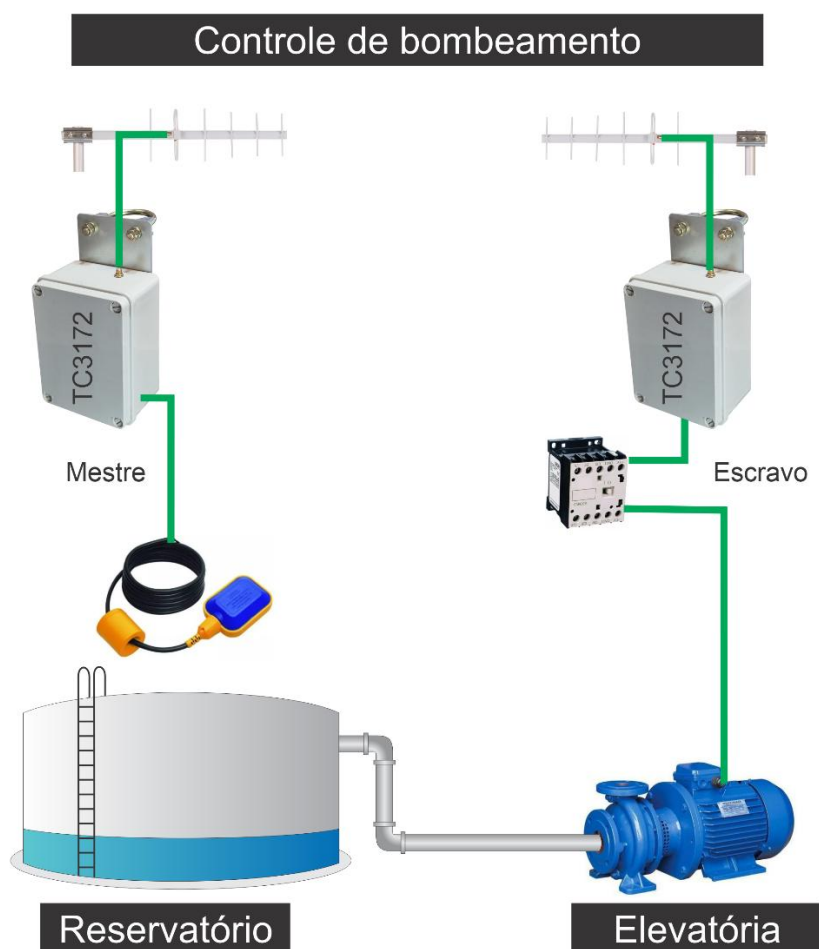
O Telecomando TC3172 é um dispositivo desenvolvido para controle remoto de equipamentos, especialmente utilizado no controle de nível de reservatórios por meio do acionamento automático de bombas.

Ele funciona de forma simples: um módulo (Mestre) monitora sensores, como uma chave boia, e envia os comandos via rádio para outro módulo (Escravo), que liga ou desliga a bomba conforme a necessidade.

Essa comunicação é totalmente sem fio, utilizando tecnologia LoRa, que permite longas distâncias (podendo chegar a até 10 km em condições ideais) com baixo consumo de energia e alta confiabilidade. O sistema opera no modelo "liga/desliga", onde os estados das entradas digitais são transmitidos e replicados nas saídas do outro módulo, garantindo tanto o comando quanto o retorno de status do equipamento.

Assim, o TC3172 oferece uma solução prática, segura e eficiente para automação de bombeamento, eliminando a necessidade de cabeamento entre pontos distantes e facilitando a instalação em campo.

Aplicação Típica – Controle de Bombeamento



A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.

Baseado no microcontrolador **STM32WLE5CC**, com **arquitetura 32-bit Arm Cortex-M4** e comunicação **LoRa**, o **Telecomando TC3172** permite a comunicação entre uma unidade **mestre** e uma unidade **escrava** a distâncias de até 10 km. O equipamento opera na faixa de 915 MHz, com potência de transmissão de 63 mW, equivalente a 22 dBm.

O Telecomando TC3172 está disponível em duas versões:

- Gabinete metálico para fixação em trilho DIN;
- Gabinete plástico para instalação ao tempo.

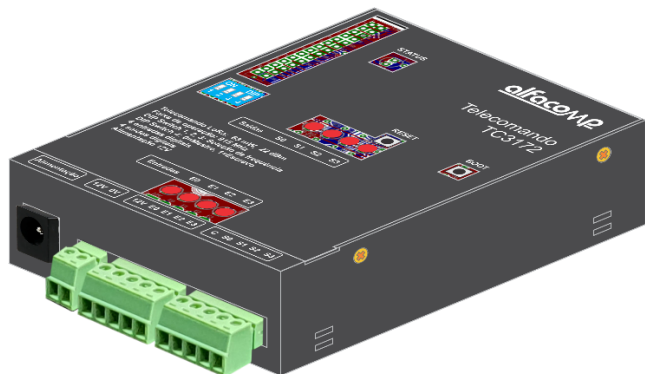


Figura 2 - Versão gabinete metálico

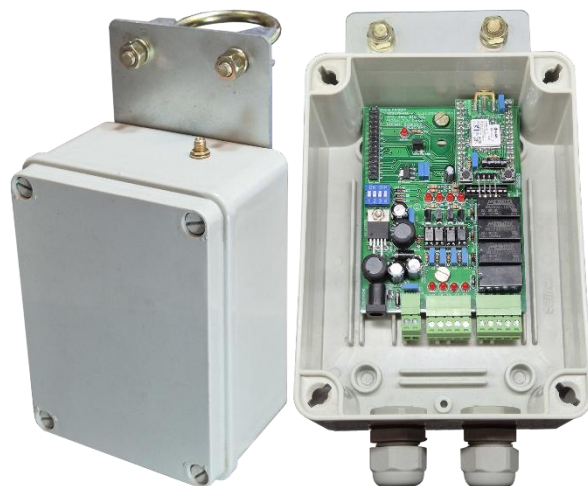
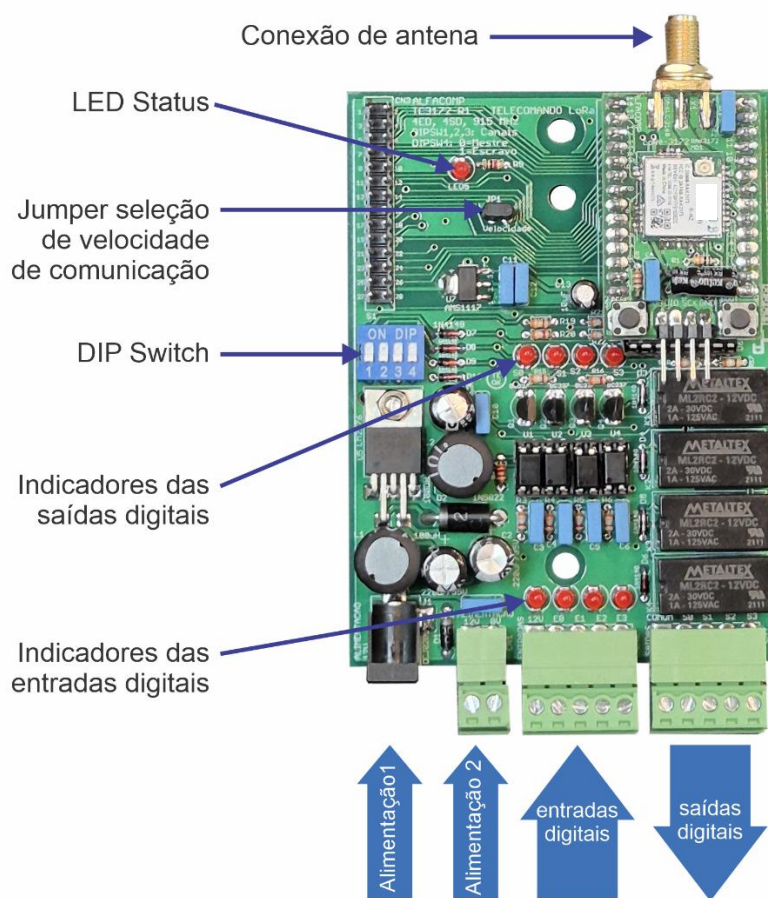


Figura 1 - Versão gabinete plástico

Características básicas do TC3172

- Alimentação: 12 VCC;
- 4 entradas digitais em 12V;
- 4 saídas digitais isoladas a relé;
- DIP Switch para seleção do modo Mestre ou Escravo e para seleção da frequência de operação.



A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
 +55 51 30297161 - Porto Alegre - RS

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	
Alimentação	12 VCC
Entradas digitais	4 entradas digitais isoladas por opto acopladores
Saídas digitais	4 saídas digitais isoladas à relé (capacidade de 2A em 220 VCA)
Consumo	150 mA max.
LED indicadores	4 LEDs indicadores das entradas digitais 4 LEDs indicadores das saídas digitais LED Status – Pulsa durante RX ou TX e liga quando falta comunicação
Consumo	150 mA max.
Comunicação	LoRA P2P em 915 MHz
Potência de RF	63 mW ou 22 dBm
Sensibilidade de recepção	- 120 dBm
Conexão de antena	Conector SMA macho
Seleção de frequência de operação	DIP Switch 1,2,3: ON=1, OFF=0 000 – 915 MHz 100 – 915.4 MHz 010 – 915.8 MHz 110 – 916.2 MHz 001 – 916.6 MHz 101 – 917.0 MHz 011 – 917.4 MHz 111 – 917.8 MHz
Seleção Mestre/Escravo	DIP Switch 4: <ul style="list-style-type: none"> • Mestre (OFF) • Escravo (ON)
Dimensões	Versão gabinete metálico: 126 x 80 x 30 mm (incluindo conectores) Versão gabinete plástico: 180 x 125 x 80 mm (excluindo placa metálica de fixação)

Interligações

O diagrama a seguir apresenta as interligações básicas do módulo **TC3172** com os dispositivos periféricos.

Alimentação: o TC3172 deve ser alimentado por uma fonte de 12 VCC. O consumo típico do módulo é de 120 mA em 12 V. A alimentação pode ser realizada pelo conector Jack P4, indicado como opção 1, ou pelo borne destacável, indicado como opção 2.

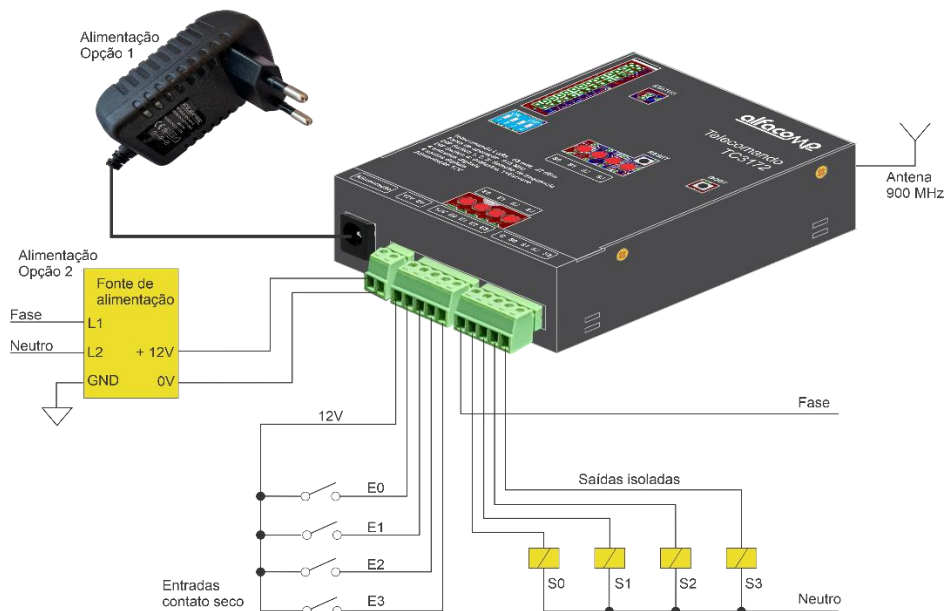
Entradas digitais: as entradas digitais são isoladas por opto acopladores e possuem impedância de entrada de 3,9 kΩ. Devem ser conectadas a chaves ou sensores com contato seco, conduzindo aproximadamente 2 mA quando acionadas. Exemplos de dispositivos aplicáveis incluem chave boia para controle de nível de reservatório e manopla de comando.

Saídas digitais: as saídas digitais possuem contato comum e são acionadas por relés independentes, cada um com capacidade de corrente de até 2 A. No exemplo do diagrama, o contato comum está ligado à fase da rede elétrica, enquanto cada saída aciona a bobina de um contator. As saídas podem ser utilizadas, por exemplo, para acionamento de bobinas de contadores ou sinaleiros de indicação visual.

A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
+55 51 30297161 - Porto Alegre - RS



Modos de Funcionamento do Telecomando TC3172

O módulo opera em dois modos: **Mestre** ou **Escravo**, definidos pela posição da chave 4 do DIP Switch.

Modo Mestre — chave S4 em OFF: neste modo, o módulo transmite a cada 2 segundos e aguarda a resposta do Escravo. Os estados das entradas digitais do Mestre são enviados ao Escravo, que os replica em suas respectivas saídas digitais. O LED de status pulsa a cada transmissão e recepção. Caso o Mestre não receba resposta do Escravo por mais de 1 minuto, suas saídas digitais são desligadas e o LED de status permanece aceso continuamente.

Modo Escravo — chave S4 em ON: ao ser energizado, o módulo mantém o LED de status aceso continuamente até receber uma comunicação do Mestre. Durante a comunicação normal, o LED pulsa a cada recepção e transmissão. Ao receber um frame do Mestre, o Escravo aciona suas saídas digitais conforme o estado das entradas digitais do Mestre. Em seguida, envia ao Mestre o estado de suas próprias entradas digitais, permitindo que o Mestre replique essas informações em suas saídas. Caso a comunicação seja interrompida por mais de 1 minuto, as saídas digitais são desligadas e o LED de status permanece aceso continuamente.

Em resumo, o **Escravo** replica em suas saídas digitais os estados das entradas do **Mestre**, enquanto o **Mestre** replica em suas saídas os estados das entradas do **Escravo**. Dessa forma, é possível, por exemplo, acionar um motor a partir de uma entrada digital no **Mestre** e utilizar um contato auxiliar do acionamento, ligado à entrada digital do **Escravo**, para confirmar o funcionamento do motor por meio de uma saída digital no **Mestre**.

Comunicação LoRa

A comunicação entre os módulos **Mestre** e **Escravo** é realizada por meio da tecnologia **LoRa (Long Range)**, uma solução de comunicação sem fio de baixo consumo, desenvolvida para transmitir pequenas quantidades de dados a longas distâncias.

A **tecnologia LoRa** utiliza a modulação **Chirp Spread Spectrum**, que proporciona maior resistência a interferências e permite a operação em faixas de frequência não licenciadas, como as bandas **ISM**. Por essa razão, é amplamente empregada em aplicações de IoT, telemetria, monitoramento remoto e automação.

No **Telecomando TC3172**, a comunicação **LoRa** é utilizada em modo **P2P — ponto a ponto**, sem o uso do protocolo LoRaWAN. Dessa forma, a comunicação ocorre diretamente entre dois módulos: um configurado como **Mestre** e outro como **Escravo**.

A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
 +55 51 30297161 - Porto Alegre - RS

Propagação de Rádio em Sistemas de Telemetria e Telecomando

A propagação de rádio em sistemas de telemetria e telecomando refere-se ao modo como a energia eletromagnética é transmitida desde a antena emissora até a antena receptora, sendo influenciada por fatores como distância, frequência de operação, obstáculos e características do ambiente.

Em um enlace de rádio, a potência do sinal recebido resulta do balanço entre ganhos e perdas ao longo do percurso, desde a saída do transmissor até a entrada do receptor. Esse cálculo é conhecido como **orçamento de enlace (link budget)** e considera a potência transmitida, as perdas nos cabos, os ganhos das antenas e a atenuação no espaço livre.

A equação básica para o cálculo da potência recebida é:

$$P_r = P_t - L_t + G_t - L_{fs} + G_r - L_r$$

Onde:

- P_r : potência recebida (dBm)
- P_t : potência de saída do transmissor (dBm)
- L_t : perda no cabo da estação transmissora (dB)
- G_t : ganho da antena transmissora (dBi)
- L_{fs} : perda no espaço livre (*free space loss*) (dB)
- G_r : ganho da antena receptora (dBi)
- L_r : perda no cabo da estação receptora (dB)

Essa equação mostra que a potência recebida é obtida somando-se os ganhos e subtraindo-se as perdas ao longo do enlace. Para que a comunicação seja confiável, o valor de P_r deve ser maior que a sensibilidade do receptor, considerando ainda uma margem de segurança para variações do meio, interferências e desvanecimento do sinal.

Ao longo do percurso, o sinal sofre perdas e ganhos sucessivos, incluindo atenuações nos cabos, ganho das antenas e principalmente a perda no espaço livre, que cresce com o aumento da distância e da frequência .

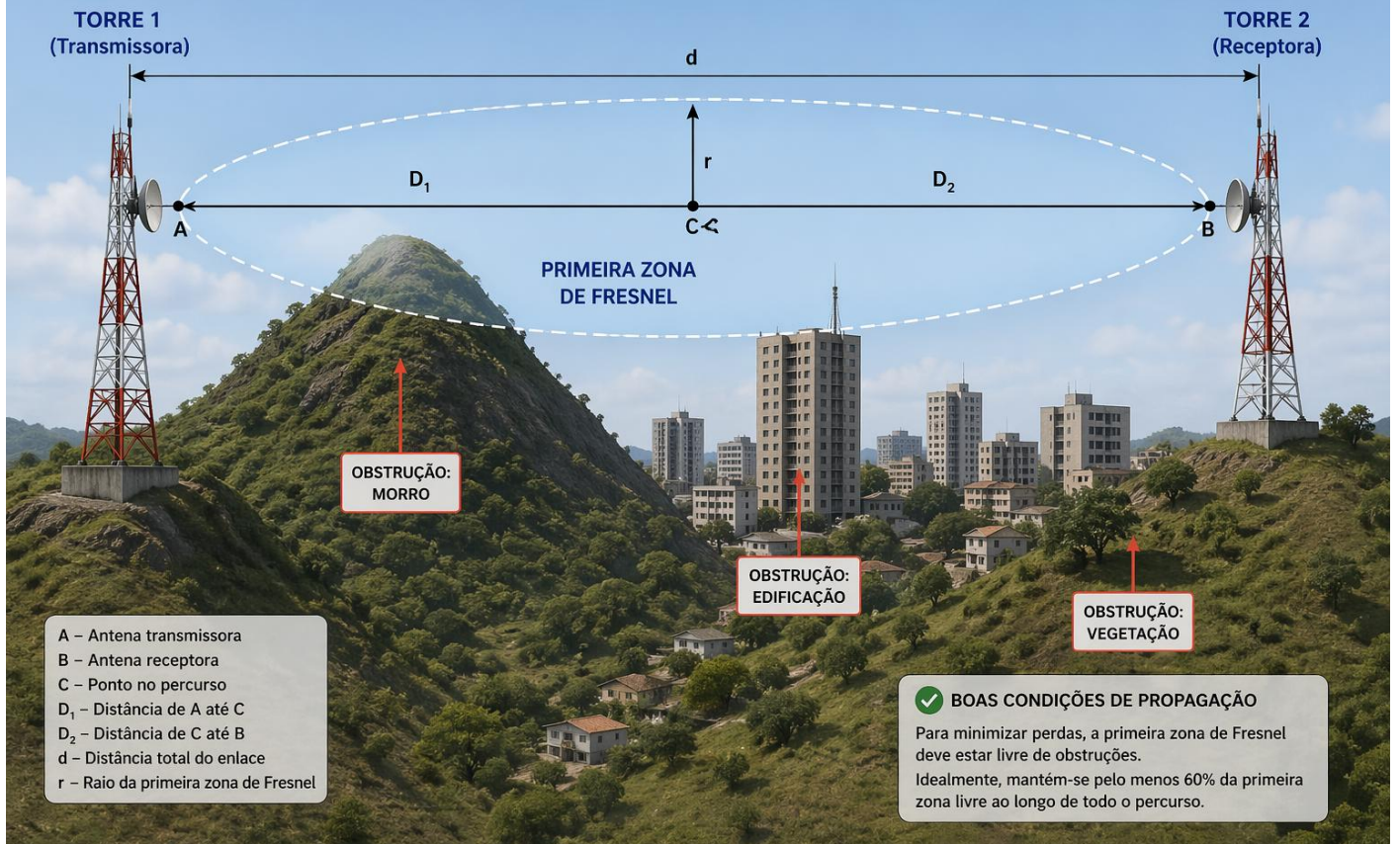
A viabilidade de um enlace depende de o nível de sinal recebido superar a sensibilidade do receptor com margem de segurança adequada. Além disso, a propagação ocorre dentro de regiões chamadas zonas de Fresnel, sendo fundamental manter a primeira zona desobstruída para minimizar perdas adicionais por difração.

A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
+55 51 30297161 - Porto Alegre - RS

Propagação de Rádio – Primeira Zona de Fresnel e Obstruções



Obstáculos como relevo, edificações e vegetação podem degradar significativamente o sinal, tornando essencial a análise prévia do perfil do terreno.

Por fim, como as ondas de rádio são ondas eletromagnéticas que se propagam a alta velocidade e possuem polarização definida, o correto alinhamento e posicionamento das antenas são fatores críticos para garantir a confiabilidade e o desempenho do sistema.

A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
+55 51 30297161 - Porto Alegre - RS

Alcance de Comunicação

Existem diversos sites que ajudam a calcular a intensidade do sinal recebido e a viabilidade do rádio enlace, como por exemplo:

- <https://rftools.io/calculators/rf/rf-link-budget/>
- <https://afar.net/rf-link-budget-calculator/>

Para estimar a viabilidade do rádio enlace, utilize a potência de 22 dBm e a sensibilidade de -120 dBm.

Em termos práticos, escolhemos duas antenas para o cálculo de rádio enlace:

- Antena monopolo de base magnética Alfacomp AN2405 (3 dBi);
- Antena Yagi Alfacomp CF914 (14 dBi).

Utilizando antenas Yagi de 14 dBi

Altura das antenas	Obstruções	Distância	Margem	Qualidade do enlace
30 metros	Nenhuma	10 km	18 dBm	Bom
10 metros	Pouca	10 km	9 dBm	Marginal
5 metros	Considerável	5 km	13 dBm	Razoável
10 metros	Pouca	5 km	19 dBm	Ótimo

Utilizando antenas monopolo de 3dBi

Altura das antenas	Obstruções	Distância	Margem	Qualidade do enlace
10 metros	Nenhuma	1500 metros	13 dBm	Bom
2 metros	Pouca	400 metros	17 dBm	Bom
2 metros	Dentro de prédios	200 metros	13 dBm	Bom

Antenas utilizadas na avaliação

CF914 – Antena Yagi 14 dBi



AN2405 – Antena monopolo 3dBi



A ALFACOMP fica expressamente excluída de qualquer responsabilidade por perdas, danos, lucros cessantes ou qualquer prejuízo causado ao comprador ou a terceiros que possam estar associados ao uso dos produtos e serviços fornecidos ou eventuais falhas, defeitos ou atraso nos prazos de fornecimento.



Alfacomp Automação Industrial Ltda.
comercial@alfacomp.ind.br www.alfacomp.net
+55 51 30297161 - Porto Alegre - RS