

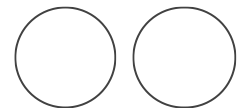


# PROTÓTIPO DE UMA OPERADORA DE TELEFONIA E INTERNET POR APOIO DE COMUNICAÇÃO DE SENSORES E UHF - CINETEL TELECOM LABS



**Igor Felix**

Computer Scientist - Mobile Developer - .Net(Fullstack) - .Net(MAUI),  
Linux Developer and Python(Django) - NodeJS(Express) - BAT/BASH -...



8 de maio de 2025

## CINETEL TELECOM LABS

Pesquisa através da construção de Telecom como Infravermelho, UHF e PLC para serviços Wireless via Internet e Chamada Telefônica.

### Introdução

Com a crescente demanda por conexões de internet de alta velocidade em áreas remotas, alternativas inovadoras aos cabos de fibra óptica e conexões tradicionais estão sendo desenvolvidas. Entre essas soluções, destacam-se os sistemas de transmissão por raios infravermelhos (IR) de longa distância, e também a transmissão de DSL por rádio em frequência UHF, que podem levar conectividade a regiões de difícil acesso.

# Comunicação de Dados via Raios Infravermelhos de Longa Distância

## Princípio de Funcionamento

A comunicação por infravermelho utiliza ondas eletromagnéticas de baixa frequência, situadas logo acima da luz visível no espectro. Em sistemas de longa distância, o feixe infravermelho é colimado (focado em linha reta) e transmitido entre dois pontos com visada direta (LoS – Line of Sight).

Esses sistemas funcionam de maneira semelhante aos links ópticos (Free Space Optics – FSO), porém com comprimentos de onda ligeiramente diferentes. A comunicação infravermelha é particularmente útil em ambientes com baixa interferência e onde o cabeamento é inviável.

## Vantagens

- Alta largura de banda (até 10 Gbps em sistemas modernos)
- Imunidade a interferências eletromagnéticas
- Custo relativamente baixo em comparação com a fibra óptica
- Instalação rápida, sem necessidade de obras civis

## Desvantagens

- Requerem visada direta entre os dispositivos
- Sensíveis a condições climáticas (chuva intensa, neblina, poeira)
- Curta cobertura em ambientes obstruídos

## Equipamentos e Fornecedores

Algumas empresas especializadas oferecem sistemas IR/FSO comerciais:

- **fSONA Systems (Canadá)** – Equipamentos como o *SONAbeam 155-M* oferecem até 1,5 Gbps de throughput com alcance de até 4 km.
- **LightPointe (EUA)** – Modelos como o *Aire X-Stream* oferecem até 10 Gbps com redundância RF+FSO.
- **Mostcom (Rússia)** – Sistemas híbridos com alcance de até 5 km em condições ideais.

## Requisitos Técnicos Mínimos:

- Visada direta sem obstáculos
- Ponto de montagem elevado (torre, prédio, mastro)
- Fonte de energia estável
- Alinhamento preciso com laser piloto
- Condições climáticas estáveis (ou redundância via rádio)

## Transmissão de DSL por Rádio UHF

### Conceito

DSL (Digital Subscriber Line) por rádio UHF é uma solução que permite a distribuição de sinal de internet utilizando modulação DSL em frequências entre 300 MHz e 3 GHz (UHF), normalmente em conjunto com antenas direcionais. Essa técnica é usada principalmente para estender redes DSL existentes para áreas remotas onde a infraestrutura de cabos não chega.

### Aplicações

- Conexão rural em regiões sem fibra ou cobre
- Backhaul de ISPs locais
- Suporte para estações de retransmissão de dados

## Equipamentos e Empresas

- **Cambium Networks** – Série *PMP 450i* (frequência 900 MHz, até 300 Mbps agregados).
- **Mimosa Networks** – Equipamentos como o *B24* (embora 24 GHz, podem ser usados em backhaul combinado com UHF para última milha).
- **Ubiquiti Networks** – Antenas *AirMax* e *PowerBeam*, com opções customizadas para frequências UHF licenciadas.
- **Teletronics** – Equipamentos para rádios UHF com modulação DSL ou IP nativo.

## Especificações Técnicas Típicas:

Equipamento	Frequência	Largura de Banda	Alcance Máximo	Potência TX	Protocolo
Cambium PMP 450i	900 MHz	300 Mbps	30 km	27 dBm	TDMA
Ubiquiti PowerBeam M5	5 GHz (UHF-like)	150 Mbps	20 km	25 dBm	AirMax
Mimosa B11	10.7–11.7 GHz	1.5 Gbps	10 km	23 dBm	IP

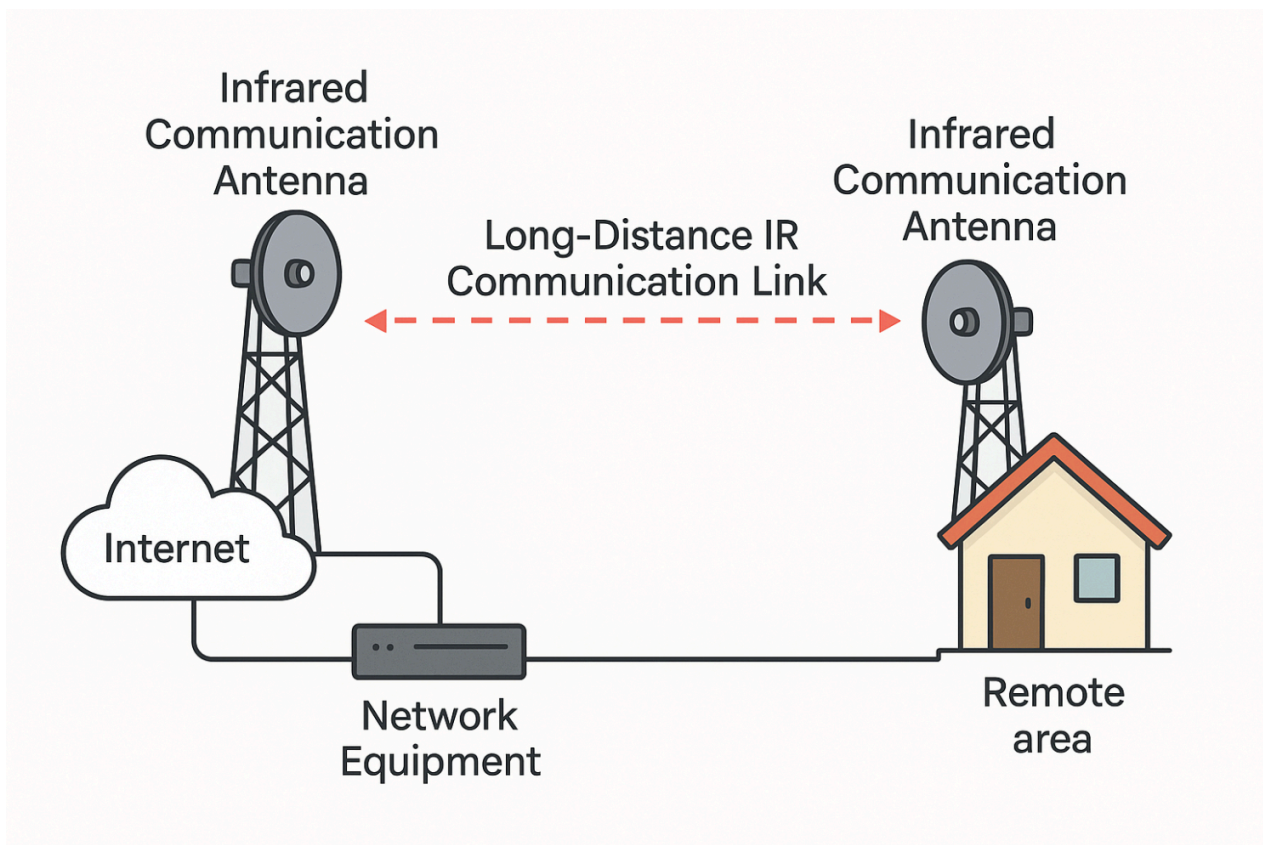
Requisitos Técnicos Mínimos:

- Antenas direcionais com ganho  $\geq 15$  dBi
- Licenciamento ANATEL para faixa UHF
- Estações de retransmissão com alimentação confiável
- Linha de visada parcial ou completa (ideal com torres)
- Equipamentos de sincronização (GPS/LoS alignment tools)

Diagrama para Arquitetura de uma operadora de Telecom Wirelles:

Conexão por infravermelho de longa distância como link principal (backhaul).

DSL via rádio UHF como meio de distribuição para vilarejos ou clientes finais.



Claro! Abaixo está uma seção bem estruturada sobre a **engenharia de um serviço de operadora de internet e telefonia por rede elétrica (Power Line Communication – PLC)**. Ela inclui uma introdução, aspectos técnicos, equipamentos recomendados e como adaptar a infraestrutura elétrica existente.

## Engenharia de Serviço de Internet e Telefonia via Rede Elétrica (PLC)

### Introdução à Tecnologia PLC

A comunicação por linha de energia (Power Line Communication - PLC) é uma tecnologia que utiliza a rede elétrica existente para transmitir dados, permitindo o fornecimento de serviços como internet banda larga e telefonia por meio das tomadas convencionais. Essa abordagem reduz significativamente a necessidade de novas infraestruturas de cabeamento, tornando-se uma alternativa atrativa, especialmente em áreas com difícil acesso ou cobertura limitada de fibra óptica e redes móveis.

O conceito de PLC surgiu como uma resposta à crescente demanda por conectividade em regiões remotas ou com baixa densidade populacional. Ao transformar a infraestrutura elétrica em um meio de comunicação digital, operadoras podem oferecer serviços de internet e voz sem os custos elevados de instalação de redes dedicadas.

### Aspectos Técnicos da Tecnologia PLC

A tecnologia PLC é dividida em três categorias principais:

1. **Narrowband PLC** – opera em frequências entre 3 kHz e 500 kHz, ideal para automação e medição remota.
2. **Broadband PLC (BPL)** – trabalha em frequências entre 1,8 MHz e 250 MHz, sendo utilizada para aplicações de internet de alta velocidade e serviços de voz.
3. **PLC híbrida com redes IP** – integra a comunicação PLC com redes IP e fibra óptica para otimizar cobertura e desempenho.

## Topologia e Modulação

- **Topologia:** A rede é geralmente estruturada com uma central PLC (Head-End) conectada à subestação, distribuindo o sinal por meio dos transformadores até os consumidores.
- **Modulação:** Técnicas como OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) são empregadas para transmitir dados com eficiência e resistência a interferências.

## Taxas de Transmissão

- Até **200 Mbps** com tecnologias modernas como HomePlug AV2.
- Latência comparável à de redes cabeadas.
- Cobertura de até **300 metros** entre repetidores, com atenuação dependente da qualidade da fiação elétrica.

## Equipamentos Recomendados

A implementação de uma rede PLC requer os seguintes equipamentos:

1. **Head-End PLC Gateway** – Equipamento central conectado à rede IP da operadora.
2. **Modems PLC (CPE)** – Dispositivos conectados nas residências dos usuários para fornecer internet e telefonia.
3. **Repetidores PLC** – Utilizados para estender o sinal, especialmente em áreas com rede elétrica degradada ou distâncias maiores.
4. **Filtros de Linha e Acopladores** – Garantem isolamento de ruído e estabilidade do sinal.
5. **Transformadores Adaptados** – Necessários para atravessar barreiras de transformadores convencionais, que normalmente bloqueiam sinais PLC.

6. **Sistema de Gerenciamento de Rede** – Para monitoramento, QoS (Qualidade de Serviço), e provisionamento remoto dos dispositivos.

## Adaptação da Rede Elétrica Existente

Para habilitar uma região à tecnologia PLC, é necessário:

- **Mapear a topologia da rede de distribuição:** Identificar pontos críticos como transformadores e segmentações.
  - **Substituir ou adaptar transformadores:** Instalar acopladores de banda larga para permitir a passagem de sinais.
  - **Realizar testes de ruído eletromagnético:** Avaliar e filtrar interferências oriundas de eletrodomésticos e motores industriais.
  - **Implementar repetidores e filtros onde necessário:** Melhorar a qualidade e alcance do sinal.
  - **Treinar técnicos locais:** Para suporte, manutenção e expansão da rede.
- 

## Casos de Sucesso

- **Espanha e Alemanha:** Países pioneiros em PLC para distribuição de internet em zonas rurais, utilizando a infraestrutura elétrica como backbone.
- **Brasil – Projeto LightGrid (RJ):** A distribuidora Light implementou uma rede piloto em comunidades com infraestrutura limitada, oferecendo internet e serviços públicos automatizados via PLC.
- **África do Sul:** Iniciativas em áreas de baixa renda para levar conectividade e inclusão digital com baixo custo.

## Considerações Finais

Tanto a tecnologia infravermelha quanto a DSL por rádio UHF são ferramentas poderosas para levar internet a locais remotos ou de difícil acesso. Embora a infraestrutura física dessas soluções seja mais simples do que fibra óptica, o planejamento e o alinhamento técnico são cruciais para garantir estabilidade e desempenho. Com os avanços em antenas, modulação e protocolos de correção de erros, essas tecnologias se tornam cada vez mais viáveis para ISPs regionais e aplicações governamentais.

A PLC representa uma solução inovadora e escalável para democratizar o acesso à internet e telefonia. Com engenharia adequada e a escolha certa de equipamentos, a infraestrutura

elétrica torna-se uma rede de comunicação eficiente, especialmente valiosa em áreas onde os meios convencionais são financeiramente ou tecnicamente inviáveis. A adoção de padrões como o **IEEE 1901** e a integração com redes IP e fibra óptica fortalecem ainda mais a viabilidade dessa tecnologia.

Para maiores considerações, existe um guideline no repositório on-line do github, e você pode obter mais informações abaixo:

cinetel telecom[github]: [http://www.github.com/ssmool/cinetel\\_telecom](http://www.github.com/ssmool/cinetel_telecom)