

## ICC304 Comunicação sem Fio

### Atividade Prática 06: Link Budget

#### Objetivos

- Compreender e calcular o **link budget** em um sistema de comunicação sem fio, analisando a influência dos ganhos e perdas do sistema.
- Avaliar o impacto de diferentes antenas, frequências, obstáculos e distâncias.
- Verificar se o sistema opera em campo distante (região de Fraunhofer).
- Comparar resultados teóricos com medições práticas.
- Desenvolver habilidades em experimentação, registro, análise crítica e cooperação.

#### Materiais Necessários

- Placas ESP32 Heltec WiFi LoRa 32 (mínimo 2 por grupo).
- Diferentes antenas
- Computador com software de programação para as placas de desenvolvimento
- Trena ou aplicativo para medição de distância.
  - Se possível, acesso a dois ambientes: interno (ex: laboratório) e externo (ex: pátio).

#### Procedimento

1. Montar um sistema básico de comunicação sem fio utilizando uma placa de desenvolvimento.
2. Programar a placa de desenvolvimento para receber uma transmissão sem fio LoRa;
3. Algumas medições precisam de mais de um ESP32 para poder fazer a medição. Os múltiplos grupos devem se ajudar para permitir que os outros grupos possam fazer as medições que quiserem. Múltiplos grupos podem usar os dados da mesma medição, desde que informem no relatório com quais outros grupos trabalharam e que os cálculos e constatações no relatório sejam completamente originais.
4. Um dispositivo deverá atuar como transmissor, transmitindo o sinal com uma potência conhecida (PT), enquanto outro, a uma distância conhecida, atuará como receptor.
5. Calcular a margem de desvanecimento (***fade margin** ou **link margin***), levando em consideração a sensibilidade do receptor descrita na documentação do WiFi LoRa 32.
6. Repetir as medições com, ao menos, uma outra antena no transmissor, para haver comparações.
7. Determine se a condição de campo distante (Fraunhofer) é satisfeita.
8. Se possível, realize a atividade em **ambientes distintos** (ex: Lab Maker vs. área externa) para reforçar o impacto do ambiente na propagação do sinal.

## Discussão

1. Identificar os elementos básicos de um sistema de comunicação sem fio.
2. Discutir os desafios para programar a transmissão e recepção dos dados.
3. Medir a força do sinal recebido durante a transmissão;
4. Calcular o ganho das antenas.
5. Quais fatores do ambiente influenciaram mais o link budget observado?
6. A comunicação em algum momento deixou de atender à margem de desvanecimento recomendada (10–25 dB)?
7. A equação de Friis se aproximou dos valores medidos? Onde houve maior discrepância?
8. Discutir as principais fontes de perda (atenuação, interferência, obstáculos) e como otimizar o link budget.
9. Como otimizar esse sistema para maior alcance com menor potência?

## Relatório

Elaborar um relatório descrevendo os procedimentos, os resultados e conclusões.

O relatório deverá conter:

- Identificação do grupo e datas das medições.
- Descrição dos equipamentos e código usado.
- Tabela com resultados medidos e calculados: PT, RSSI, FSPL, fade margin.
- Gráficos (recomendado) comparando distância × potência recebida.
- Fotos ou esquemas dos ambientes de teste.
- Discussão técnica (ver itens acima).
- Conclusões com sugestões de melhoria no sistema.