

# Projeto de Sistemas RF

## Aula 03 - Dispositivos e Protocolos

# Apresentação

---

Nesta aula, vamos conhecer alguns dispositivos usados na comunicação sem fio e como podemos nos comunicar através deles (os famosos protocolos). Existem vários aspectos importantes quando estamos comunicando dois ou mais dispositivos. Por exemplo, eles “falam” a mesma língua? Qual o meio em que se está transmitindo? E se dois dispositivos “falarem” ao mesmo tempo? Como se constrói uma mensagem a ser transmitida de um ponto a outro?

## Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Entender um pouco os meios de comunicação.
- Entender o que é um protocolo de comunicação.
- Compreender a importância de um protocolo e dos dispositivos de comunicação.
- Reconhecer alguns dispositivos de transmissão.

# Meios de comunicação sem fio

---

Existem várias formas pelas quais podemos nos comunicar sem o uso de fios. Uma das mais utilizadas é a radiofrequência ou RF. Como o próprio nome já diz, a RF se utiliza de ondas de rádio para mandar informações de um lugar para outro (como nas emissoras de rádio e TV ou nos aparelhos de celular e walkie-talkie). Quando se envia informações via RF (ao invés de usar fios), alguns aspectos devem ser levados em conta. Por isso, existem alguns protocolos que são próprios para comunicação com fios e outros para comunicação sem fio.

## Comunicação com fio

Quando nos comunicamos através do uso de fios, temos mais controle sobre o conteúdo que está sendo transmitido. Por exemplo, é mais fácil ter certeza de que a informação chega com fidelidade ao destino. Por outro lado, temos que levar fios por todo canto se quisermos nos comunicar com todo mundo.

## Comunicação sem fio

Nas comunicações sem fio, a informação é transmitida por rádio ou por outro meio que não tem contato físico entre as partes (como luz e som, por exemplo). A grande vantagem consiste em os elementos não precisarem estar conectados, assim, podemos comunicar dispositivos que se movem, que estejam em lugares de difícil acesso ou até mesmo do outro lado de uma parede. A desvantagem, nesse caso, é que para que os dispositivos possam se comunicar, é preciso que o transmissor seja potente, pois o sinal “se dissipa” havendo com isso uma perda (o termo técnico é “perda por densidade de potência”). É como se você estivesse longe de um amigo e precisasse falar com ele. Quanto mais distante o amigo está, mais “potência” temos que colocar na voz (dando um grito bem alto), pois o som também sofre “perda por densidade de potência”.

## Atenção!

Essa perda por densidade de potência é a perda “no melhor caso”, quando não existe parede no meio do caminho, nem obstáculos para atrapalhar o sinal de propagar-se.

## Dispositivos de comunicação

---

Para poderem se comunicar sem fios, os dispositivos têm que ter componentes especiais que transformam os sinais vindos do computador, microcontrolador ou do que quer que esteja querendo se comunicar em ondas de rádio (ou outro meio, como som ou luz). Basicamente esses componentes são um transmissor e uma antena (no caso de ser rádio). Já existem no mercado pequenos módulos que já vêm com um transmissor e uma antena (ou até mesmo com um LED infravermelho, se o meio de comunicação for a luz).

- potência x distância

Como comentamos ainda há pouco, quando transmitimos algo via rádio, o sinal vai ficando fraco à medida que a distância entre o transmissor e o receptor aumenta. Essa perda é possível de ser calculada e a fórmula é esta:

$$\Phi_D = \frac{P_{transmissor}}{4 \times \pi \times D^2}$$

$P_{transmissor}$  é a potência que o transmissor envia,

$\Phi_D$  é a densidade da potência radiada à distância  $D$ ,

$D$  é a distância.

Utilizando a analogia com você falando com seu amigo, essa densidade é a quantidade de energia sonora que chega até o seu amigo a essa distância  $D$ . Mas o que seu amigo realmente escuta depende de outro fator, o ouvido dele. O ouvido é

seu órgão que recebe o sinal sonoro. Se ele tiver algum problema, você terá dificuldades em ouvir.

No caso da radio frequência, o "orgão" receptor também é a antena e ela entra no cálculo para determinar a potência recebida pelo receptor.

A potência recebida pode ser expressão como:

$$P_{recebida} = \Phi_D \times A$$

Onde:

$P_{recebida}$  é a potência recebida,

$\Phi_D$  é a densidade da potência radiada à distância  $D$ ,

$A$  é seção reta de absorção do sinal.

Para longas distâncias, a antena assume a forma pontual (como se fosse um pontinho de recepção), assim essa seção reta de absorção pode ser definida como:

$$A = \frac{\lambda^2}{4 \times \pi}$$

Onde:

$A$  é a seção reta de absorção do sinal,

$\lambda$  é o comprimento de onda do sinal.

O comprimento de onda entra na equação pois para frequências diferentes, é necessário antenas de tamanhos diferentes para que o sinal possa ser captado. O comprimento de onda pode ser obtido pela seguinte fórmula:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Onde:

$\lambda$  é o comprimento de onda do sinal,

$c$  é a velocidade da luz no vácuo (aproximadamente 300.000 km/s ou 300.000.000 m/s),

$f$  é a frequência da onda.

Realizando as substituições temos que a potência recebida é:

$$P_{recebida} = \frac{P_{transmissor}}{4 \times \pi \times D^2} \times \frac{\lambda^2}{4 \times \pi}$$

$$P_{recebida} = P_{transmissor} \times \left( \frac{\lambda}{4 \times \pi \times D} \right)^2$$

$$P_{recebida} = \frac{P_{transmissor}}{\left( \frac{4 \times \pi \times D}{\lambda} \right)^2}$$

O denominador é chamado de perda no espaço livre (L) deixando a equação:

$$P_{recebida} = \frac{P_{transmissor}}{L}$$

Mas essas equações são simplificadas pois na prática, ainda se considera o ganho das antenas nesses cálculos. O ganho seria o quanto uma antena melhora o sinal, aumentando sua potência. Seria o mesmo que, na analogia da conversa com seu amigo, você utilizar as mãos em forma de cone próximo ao ouvido. Isso não melhora o que se deseja ouvir? A antena pode melhorar o sinal recebido (ou transmitido), mas vamos parar por aqui, pois já foi coisa demais né? Vamos ficar com essa simplificação, mas ao menos você agora já sabe o que está envolvido numa transmissão e recepção de um sinal de radio frequência. Existem muitas outras coisas a serem abordadas, como obstruções, reflexões, mas isso fica para um curso ainda mais avançado.

Como exemplo, se transmitirmos um sinal de frequência 450 MHz com uma potência de 1W e o receptor estiver a 10 m, a potência recebida será de:

$$\lambda = \frac{300.000.000}{450.000.000} \cong 0,667 \text{ m}$$

$$P_{recebida} = \frac{1}{\left(\frac{4 \times \pi \times 10}{0,667}\right)^2}$$

$$P_{recebida} \cong 0,00003 \text{ W}$$

Ou seja, a potência recebida pelo receptor seria de aproximadamente 0,03 mW. Perceba que a perda no espaço livre é adimensional, pois gera uma relação direta entre a potência transmitida e a recebida.

## Protocolos

---

Imagine que você precisa se comunicar com um amigo e precisa fazer isso digitalmente. Digitalmente no sentido de você só poder enviar para o seu amigo um sinal de 0 ou 1 (acenando com a mão, ou batendo em algum canto etc...). Como você faria pra mandar uma mensagem, por exemplo, de socorro?

Esse problema foi pensado há muito tempo primeiramente por Samuel F. B. Morse. Já ouviu falar em “Código Morse”? Pois foi esse aí mesmo! Nesse código, cada letra é uma sequência de beeps longos e curtos. As famosas letras SOS para pedir socorro são bem fáceis de dizer em código Morse, sendo feitas assim (S = . . . , O = - - - ):

**Figura 01** - SOS em código Morse



Bem, o código Morse é um exemplo de “protocolo” ou padrão de comunicação. Esses padrões são necessários porque, como no exemplo do código Morse, a comunicação em certos casos é limitada (por exemplo, no caso de máquinas digitais, só temos bits 0 e 1 como possibilidade). Quando se comunica sem fio digitalmente, o que ocorre é que se enviam bits em forma de pulsos eletromagnéticos que se propagam no ar.

Para que seja possível enviar dados dessa forma, é preciso estabelecer um protocolo em que ambos, transmissor e receptor, entendam. Obviamente o código Morse é um exemplo muito limitado (pois só tem letras e números, nem letras maiúsculas ele diferencia). Existem diversos tipos de protocolos, como o RS232, I2C, Modbus etc. Todos esses são protocolos ditos “seriais”, pois enviam um bit de cada vez.

Cada protocolo tem seu padrão. Por exemplo, é comum um protocolo estabelecer que os primeiros bits são bits de identificação (para o receptor saber que está chegando algo). Podem existir bits que servem para dizer se a mensagem terminou etc. O importante é que ambos, transmissor e receptor, estejam configurados para conversar no mesmo protocolo. Se não for assim, é uma confusão: quando um está dizendo que está começando uma mensagem, o outro entende que está terminando; quando um manda um bit de uma palavra, o outro entende que é pausa etc. Tudo vai por água a baixo.

## Sincronismo

---

É fundamental que tanto o transmissor quanto o receptor estejam sincronizados. O que significa isso? Sincronismo é quando cada parte (transmissor e receptor) sabe a hora de enviar ou receber uma informação. Um exemplo de sincronismo é dado a seguir.

Suponha que você precisa conversar em código Morse com um amigo. Vocês então combinam para que o seu amigo olhe para suas mãos de um em um segundo. Se na hora em que o seu amigo olhar, você estiver com a mão fechada, isso é um ponto, se estiver aberta, será um traço. Dessa forma, se você quiser dizer SOS para ele, você terá que respeitar esse tempo, pois ele só vai olhar também nesse tempo. Então você fecha a mão por 1 segundo, mantém por mais 1 segundo, mantém novamente e aí fez o “S”; agora você abre por 1 segundo, mantém por mais 1, mantém novamente e fez o “O”, e assim vai... Se você não respeitar esse tempo, seu colega pode olhar na hora em que você estiver com a mão fechada, quando na verdade era para estar aberta. Nos transmissores sem fio (e até com fios) ocorre o mesmo: os dispositivos têm que estar sincronizados para poderem trocar mensagens.

---



## Se Liga!

Algumas transmissões são ditas “assíncronas”. Isso significa que o sincronismo é feito pelo próprio sinal que está sendo transmitido e que o receptor e transmissor se adaptam para ler os dados na hora certa, havendo uma ordem de leitura; caso contrário, pode-se ler um dado que não corresponde ao que está sendo transmitido.

## Exemplos de um protocolo

A seguir, você verá uma pequena lista de protocolos seriais muito usados em comunicação sem fio. São basicamente os protocolos que iremos ver neste curso. Cada um tem suas especificidades e padrões. Iremos ver em detalhes como cada um funciona em aulas posteriores. Por enquanto vamos apenas saber que eles existem.

**RS232** – Muito usado para comunicar dispositivos entre si e com o computador. Embora seja mais comum o uso desse protocolo com fio, ele pode ser usado para comunicar-se utilizando um transmissor sem fio.

**Modbus** – Muito usado para comunicar diversos dispositivos com um computador. É parecido com o protocolo RS232, com a diferença de que pode ligar vários dispositivos entre si.

**Zigbee** – Protocolo usado para comunicar exclusivamente dispositivos via RF. Pode comunicar diversos dispositivos entre si ou a um computador.

**Bluetooth** – É muito usado em computadores para comunicar-se com periféricos, como mouses, impressoras, teclados etc. Ao contrário do RS232, é um protocolo de alto nível (possui uma estrutura complexa que permite comunicar dispositivos de natureza diferente).

# Leitura Complementar

---

<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo\\_%28ci%C3%A7%C3%A3o%29](http://pt.wikipedia.org/wiki/Protocolo_%28ci%C3%A7%C3%A3o%29)>

Nesse site, você encontrará a definição e alguns exemplos de protocolos existentes.

<[http://en.wikipedia.org/wiki/Morse\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/Morse_code)>

Essa página fala sobre código Morse. Um pouco de história e exemplos.

<<http://en.wikipedia.org/wiki/RS-232>>

Nesse link, você obterá mais informações sobre o protocolo que usaremos bastante neste curso (o RS-232).

## Resumo

---

Nesta aula, aprendemos o que é um protocolo. Vimos quanto é importante existir um protocolo (ou um padrão) para poder comunicar dois dispositivos. Além do mais, observamos que quando se comunica via rádio, existem perdas que não temos como evitar (aprendemos até como calcular essa perda). Vimos também que existem alguns protocolos, os quais veremos em detalhes no decorrer do curso. Constatamos ainda que sem sincronismo não é possível comunicar dois dispositivos.

## Autoavaliação

---

1. O que é um protocolo de comunicação?
2. Cite 3 protocolos ou padrões usados em comunicações.
3. Qual a potência (em uma situação ideal) que é recebida por um transmissor que está a 2 m de um transmissor que está transmitindo com

1 w de potência e com a frequência de 2400 MHz?

4. É possível transmitir uma mensagem entre dois pontos sem que ambos os dispositivos estejam sincronizados? Justifique sua resposta.
5. É correto dizer que quanto maior a potência de um transmissor, em geral, maior o seu tamanho? Justifique sua resposta.

Para checar as respostas, clique [aqui](#).

## Respostas

1. O que é um protocolo de comunicação?

É um padrão de comunicação. Através do protocolo é possível determinar como o transmissor deve transmitir uma informação e como o receptor deve recebê-la. O protocolo define por exemplo o início e o fim de uma mensagem, como cada caractere deve ser representado.

2. Cite 3 protocolos ou padrões usados em comunicações.

RS232, I2C e Modbus.

3. Qual a potência (em uma situação ideal) que é recebida por um transmissor que está a 2 m de um transmissor que está transmitindo com 1 w de potência e com a frequência de 2400 MHz?

$$\lambda = \frac{300.000.000}{2.400.000.000} \cong 0,125 \text{ m}$$

$$P_{recebida} = \frac{1}{\left(\frac{4 \times \pi \times 2}{0,125}\right)^2}$$

$$P_{recebida} \cong 0,0000247 \text{ W ou } 2,47 \times 10^{-5} \text{ W}$$

4. É possível transmitir uma mensagem entre dois pontos sem que ambos os dispositivos estejam sincronizados? Justifique sua resposta.

Não, sempre deve existir um sincronismo caso contrário o receptor não saberá se está recebendo um caractere ou outro. Mesmo no caso das transmissões assíncronas, o sincronismo é realizado pelo próprio sinal para evitar essa falha de comunicação.

5. É correto dizer que quanto maior a potência de um transmissor, em geral, maior o seu tamanho? Justifique sua resposta.

Sim, é correto. Isso se deve ao fato que quanto maior a potência de um transmissor, maior a quantidade de energia transmitida, logo, maior também a quantidade de energia dissipada, fazendo vários componentes aquecerem por trabalharem com altos valores de corrente e tensão. Sendo assim, para dissiparem o calor gerado por essa grande quantidade de energia, faz-se necessário grandes dissipadores de calor e componentes mais robustos para aguentar tais energias. Isso tudo aumenta o tamanho dos transmissores.

## Referências

---

ENGST, Adam; FLEISHMAN, Glenn; MAKRON. **Kit do iniciante em redes sem fio**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2005.

FALBRIARD, Claude. **Protocolos e aplicações para redes de computadores**. São Paulo, Erica, 2002.

RAPPAPORT, Theodore S. **Comunicações sem fio: princípios e práticas**. São Paulo, Prentice Hall Brasil, 2009.