

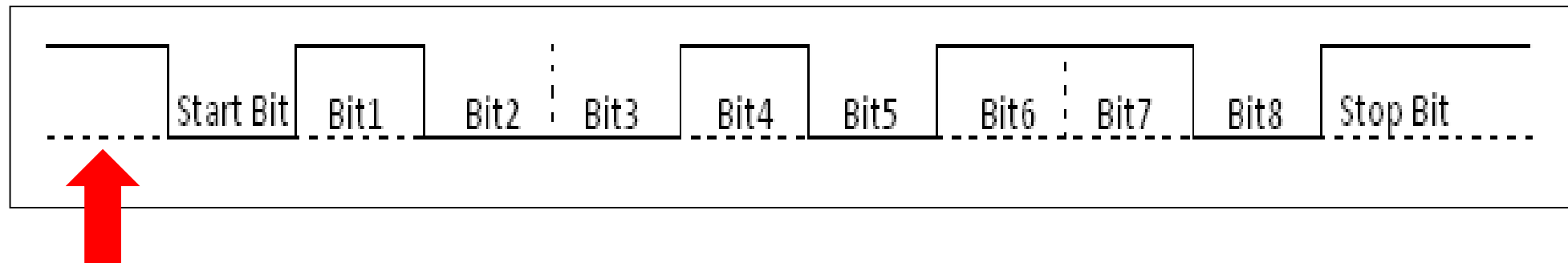


Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

- O PIC18F4520 possui um dispositivo interno para Comunicação Serial
 - USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter* – Interface Universal Serial Síncrona e Assíncrona)
- O Microcontrolador pode transmitir e receber através dos modos síncrono ou assíncrono
- Modo Síncrono:
 - Uma das vias é utilizada como clock (via de sincronismo)
 - A segunda via é utilizada para transmissão e recepção de dados
- Modo Assíncrono (objeto de estudo):
 - Não existe via de sincronismo
 - Uma das vias é utilizada para transmissão e a outra para recepção
 - Pino RC6 atuando como receptor de dados seriais
 - Pino RC7 atuando como transmissor de dados seriais

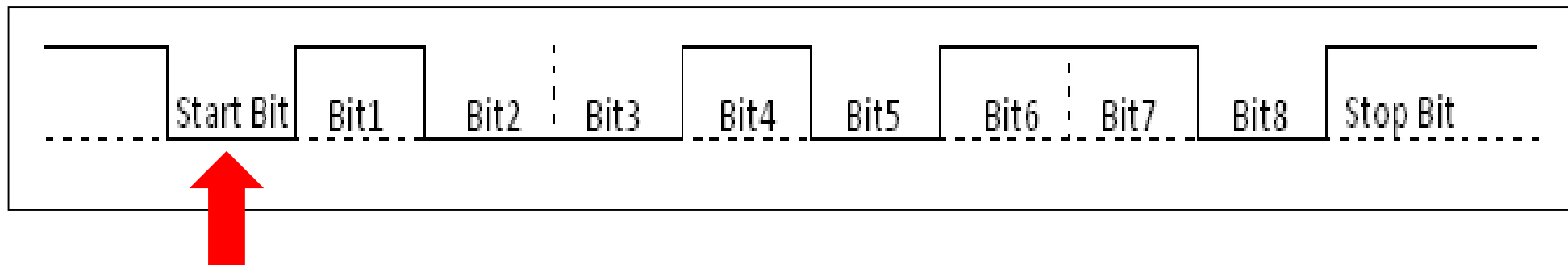
Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão e recepção no modo Assíncrono



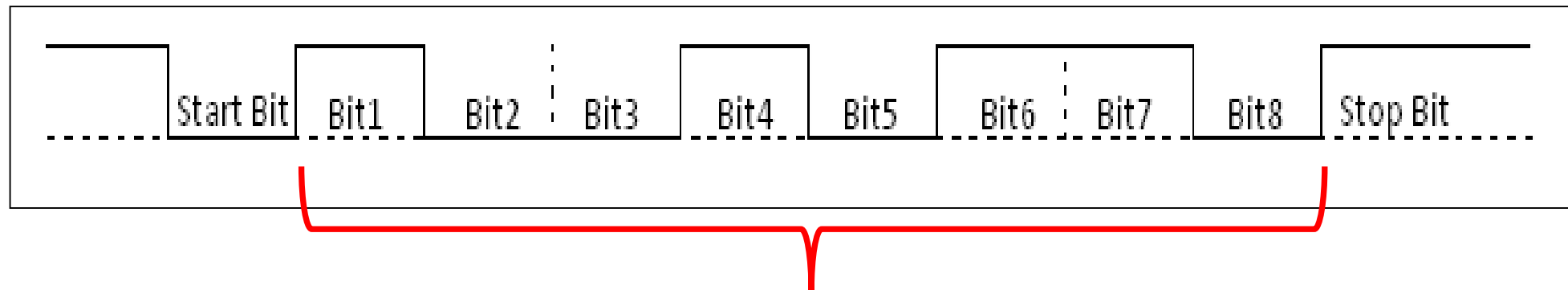
Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão e recepção no modo Assíncrono



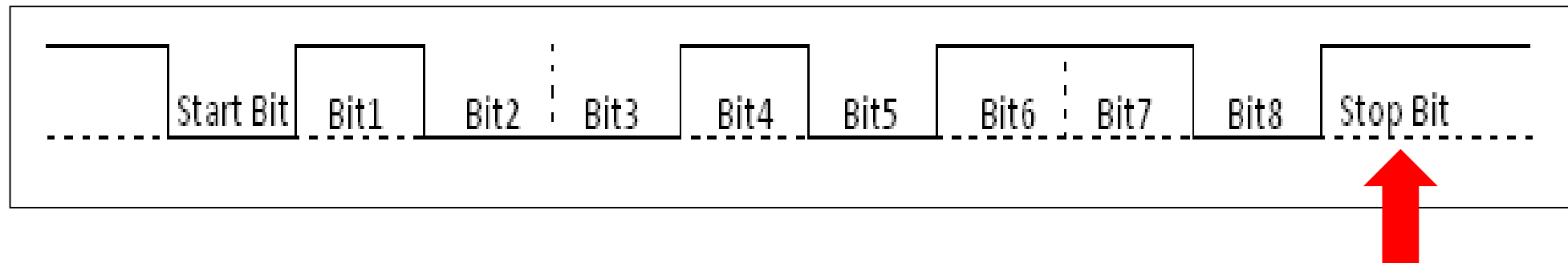
Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão e recepção no modo Assíncrono



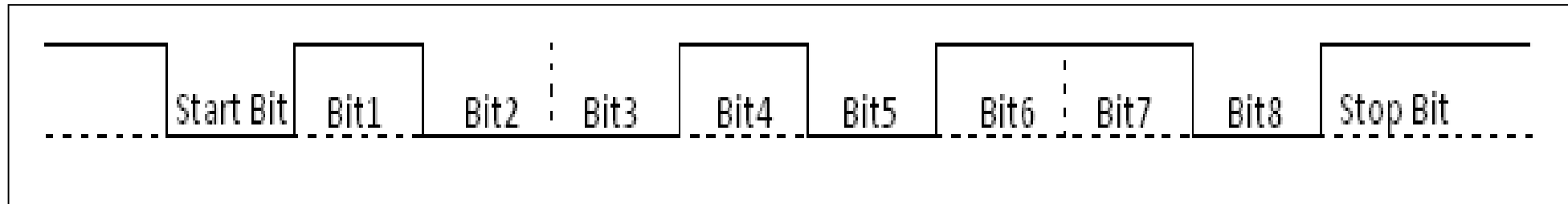
Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão e recepção no modo Assíncrono



Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão e recepção no modo Assíncrono



➤ Baud rate (taxa de transmissão de dados)

- Medida em **bps** (bits por segundo)
- Ex.: 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps, etc.

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

- O PIC18F4520 possui algumas funções adicionais para comunicação serial
- Módulo aprimorado (*Enhanced*)
 - EUSART (*Enhanced USART*)
- Funções Adicionais
 - *Auto Wake Up* quando da recepção de um caractere
 - Ajuste automático de Baud rate
 - Transmissão de um caractere *break* contendo 12 bits

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador TXSTA								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nome	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	SENDB	BRGH	TRMT	TX9D

- BIT 7: **CSRC** - Seleção de fonte de clock (somente para o modo síncrono)
- BIT 6: **TX9**
 - 1: Habilita transmissão em 9 bits de dados
 - 0: Habilita transmissão em 8 bits de dados
- BIT 5: **TXEN**
 - 1: Habilita transmissão
 - 0: Desabilita transmissão
- BIT 4: **SYNC**
 - 1: Seleciona modo Síncrono
 - 0: Seleciona modo Assíncrono

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador TXSTA								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nome	CSRC	TX9	TXEN	SYNC	SENDB	BRGH	TRMT	TX9D

- BIT 3: **SENDB** – Envio do caractere *break*
- BIT 2: **BRGH**
 - 1: Habilita alta velocidade para o baud rate
 - 0: Habilita baixa velocidade para o baud rate
- BIT 1: **TRMT**
 - 1: Informa transmissão finalizada
 - 0: informa transmissão em curso
- BIT 0: **TX9D** – nono bit (paridade)

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador RCSTA								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nome	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D

- BIT 7: **SPEN**
 - 1: Habilita módulo USART (Pinos RC6 e RC7 serão usados para comunicação serial)
 - 0: Desabilita módulo USART (Pinos RC6 e RC7 serão usados como I/O)

- BIT 6: **RX9**
 - 1: Habilita recepção em 9 bits de dados
 - 0: Habilita recepção em 8 bits de dados

- BIT 5: **SREN** – Recepção unitário (somente para modo síncrono)

- BIT 4: **CREN**
 - Habilita recepção contínua
 - Desabilita recepção contínua

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador RCSTA								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nome	SPEN	RX9	SREN	CREN	ADDEN	FERR	OERR	RX9D

- BIT 3: **ADDEN** – Sistema de endereçamento (somente para recepção em 9 bits de dados)
- BIT 2: **FERR**
 - 1: Habilita recepção em 9 bits de dados
 - 0: Habilita recepção em 8 bits de dados
- BIT 1: **OERR**
 - 1: Erro de overflow na recepção de dados
 - 0: Sem erro na recepção de dados
- BIT 0: **RX9D** – Nono bit (paridade)

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador BAUDCON								
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nome	ABDOVF	RCIDL	RXDTP	TXCKP	BRG16	-	WUE	ABDEN

➤ BIT 3: **BRG16**

- 1: Habilita registro de baud rate em 16 bits (registradores SPBRGH e SPBRG)
- 0: Habilita registro de baud rate em 8 bits (somente registrador SPBRG)

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

Registrador TXREG

Buffer de transmissão

Registrador RCREG

Buffer de recepção

Registrador SPBRG

Gerador de baud rate, parte baixa

Registrador SPBRGH

Gerador de baud rate, parte alta

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Habilitando a transmissão de dados

- **TXREN = 1;**
 - (Registrador TXSTA) – Habilita o circuito de transmissão serial
- **SYNC = 0;**
 - (Registrador TXSTA) – Habilita operação de transmissão/recepção no modo assíncrono
- **SPEN = 1;**
 - (Registrador RCSTA) – Habilita módulo USART fazendo RC6 (TX) e RC7 (RX) como pinos para comunicação serial

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Transmissão de dados

- Transmissão de dados iniciada quando escrito um caractere em TXREG
- Quando um caractere for posicionado em TXREG, o *flag* da interrupção TXIF (registrador PIR1) será ajustado em 1.
- Quando o caractere é transferido de TXREG para TSR (Registrador de transmissão), o *flag* da interrupção TXIF retorna a 0

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Habilitando a recepção de dados

- **CREN = 1;**
 - (Registrador RCSTA) – Habilita o circuito de recepção serial
- **SYNC = 0;**
 - (Registrador TXSTA) – Habilita operação de transmissão/recepção no modo assíncrono
- **SPEN = 1;**
 - (Registrador RCSTA) – Habilita módulo USART fazendo RC6 (TX) e RC7 (RX) como pinos para comunicação serial

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Recepção de dados

- Recepção de um dado é verificada no registrador RCREG
- Quando um caractere for posicionado em RCREG, o *flag* da interrupção RCIF (registrador PIR1) será ajustado em 1

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ Roteiro para transmissão e recepção de dados

- Iniciar os registradores SPBRG, SPBRGH, BRGH e BRG16 de acordo com o baud rate
- Posicionar bit SYNC em 0 para modo de comunicação assíncrono
- Posicionar em 1 os registradores TXEN e RCEN para habilitar transmissão e recepção de dados

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ BAUD RATE

BRG16	BRGH	Modo de operação para o gerador de Baud Rate	Fórmula
0	0	8 bits	$F_{osc} / [64 (SPBRG:SPBRGH + 1)]$
0	1	8 bits	$F_{osc} / [16 (SPBRG:SPBRGH + 1)]$
1	0	16 bits	
1	1	16 bits	$F_{osc} / [4 (SPBRG:SPBRGH + 1)]$

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

- BAUD RATE 9600 bps com cristal oscilador de 8MHz

$$\text{Baud Rate desejado} = \frac{F_{osc}}{64 * (SPBRG:SPBRGH + 1)}$$

$$\text{Fazendo } SPBRG:SPBRGH = X$$

$$X = \frac{FOSC}{64 * \text{Baud Rate desejado}} - 1$$

$$X = \frac{8000000}{64 * 9600} - 1 = 12,02 \approx 12$$

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

- BAUD RATE 9600 bps com cristal oscilador de 8MHz

$$\text{Calculando o Baud Rate: } \frac{8000000}{64 * (12 + 1)} \approx 9615$$

$$\text{Erro} = \frac{\text{Baud Rate Calculado} - \text{Baud Rate desejado}}{\text{Baud Rate desejado}}$$

$$\text{Erro} = \frac{9615 - 9600}{9600} \approx 0,0016 * 100 \approx 0,16\%$$

Comunicação Serial – Microcontrolador PIC18F4520

➤ BAUD RATE 9600 bps com cristal oscilador de 8MHz

- BRG16 = 0;
- BRGH = 0;
- Teremos um modo de operação para o gerador de Baud rate em 8 bits
- $F_{osc} / [64 * (SPBRG + 1)]$
- SPBRG = 12;

