

UART e buffers de entrada/saída

– Pequeno Relatório –

Thiago Werner
Sistemas Embarcados
Instituto Federal de Santa Catarina
São José, SC
wernerthiago@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um método de transmissão de dados de Sistemas Embarcados é o serial, mais conhecido como UART. Este método como todos os outros métodos de comunicação dependem de um protocolo e o formato da mensagem. Na UART temos sempre o primeiro bit e o último bit da palavra código como controle.

Com isso, para simularmos a tarefa de receber e transmitir dados através de uma serial iremos utilizar para este auxílio dois buffers, que farão o papel de duas filas, uma de entrada e outra de saída. Assim, podemos utilizar um único microcontrolador para operar o sistema, fazendo com que os buffers se tornem buffers circulares.

Para realizar o experimento, utilizaremos o recurso extremamente importante de Sistemas Embarcados chamada interrupção. Uma interrupção sempre sinaliza a ocorrência de algum evento. Quando ela acontece, desvia a execução da posição atual de programa para uma rotina específica. [1]

Assim, para testar o experimento, aumentaremos gradativamente a taxa de bits da serial do microcontrolador, simulando na aplicação um tempo de processamento X em cada taxa. O envio de dados será feito através do software Cutecom, em que colocaremos um arquivo de tamanho Y para cada taxa de bits serial. Será analisado com qual tamanho de palavra dos buffers implementados será necessário para transmitir os dados em sua integridade.

2. MODELO ANALÍTICO

Neste experimento, será utilizado uma serial 8N1, que consiste em 8 bits de dados e 2 bits de controle. Para analisarmos o problema, precisamos realizar alguns cálculos, que nos dirão o tamanho, em um ambiente ideal, da palavra do buffer para cada taxa de bits da serial.

Primeiramente, precisamos definir, no pior caso, qual é a taxa de em bytes por segundo de chegada da serial. Para isso, devemos dividir a taxa de bits escolhida da serial pelo número de bits por mensagem, que no caso do experimento é 10 bits. Ver EQ1.

$$A = \frac{9600}{10} = 960 \text{ bytes/s} \quad (1)$$

Assim calculada a taxa de chegada, devemos definir a taxa de saída da serial, para isso utilizamos o tempo de processamento simulado na aplicação, que neste caso será de 1 ms - 4 ms - 8 ms. A taxa de saída em bytes por segundo será o inverso do tempo de processamento. Ver EQ2.

$$D = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} = 1 \text{ kbytes/s} \quad (2)$$

Com isso, para calcularmos o tamanho que a palavra do buffer deve ter para a taxa de bits de 9600 bps e o tempo de processamento de 1 ms é A/D . Ver EQ3.

$$U = \lceil \frac{A}{D} \rceil = 1 \text{ bytes} \quad (3)$$

Podemos fazer os mesmos cálculos para diferentes taxas de bits e diferentes tempos de processamento. Ver Tabela 1.

Table 1: Tempo de processamento x Tamanho do Buffer

Tempo de Processamento	U [9600] bytes	U [19200] bytes	U [57600] bytes	U [115200] bytes
1 ms	1	2	6	12
4 ms	4	8	24	47
8 ms	8	16	47	93

No gráfico 1 podemos ver esses dados de uma forma mais didática. Identifica-se que quanto maior é a taxa de bits da serial maior é o tamanho da palavra que o buffer deve ter. A mesma relação é feita quanto o tempo de processamento e a taxa de bits da serial, quanto maior o tempo de processamento maior é a quantidade de erros de transmissão de dados ou seja, maior será a palavra que o buffer precisará.

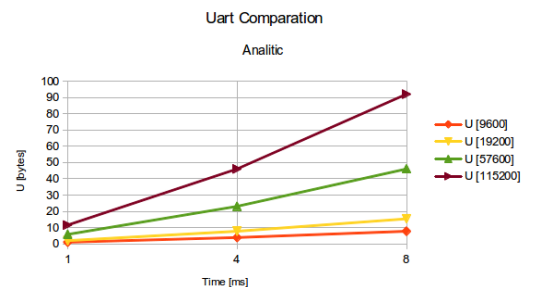


Figura 1: Time vs U

3. MONTAGEM DO EXPERIMENTO

Neste experimento foi utilizado o microcontrolador Arduino Uno, com o processador ATmega328P. Para fazer realizar o experimento o microcontrolador foi ligado no computador com Linux e rodando o software Cutecom para simular a comunicação com a serial.

Para injetarmos dados na serial, utilizamos o pior caso para cada taxa de bits da serial. Ou seja, para 9600 bps injetamos um arquivo com o tamanho de 960 bytes e assim por diante conforme a equação 1. A simulação do pior caso nos dá a noção exata se todos os bytes serão transmitidos ou não pela serial.

4. RESULTADOS

Depois de feito o modelo analítico, podemos comparar os resultados do modelo analítico com a realidade do experimento. Ao todo, os resultados do experimento não foram semelhantes aos do modelo analítico, sendo assim, para descobrir o tamanho da palavra do buffer, foi aumentado gradativamente o tamanho da palavra conforme o tempo de processamento e a taxa de bits da serial.

Os resultados não foram bons, podemos compara-los no gráfico 2. Vemos que na realidade do experimento tivemos que utilizar um tamanho da palavra do buffer muito maior do calculado.

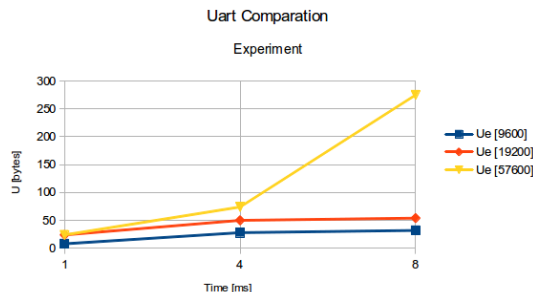


Figura 2: Time vs U

5. DISCUSSÃO

Neste experimento foram encontrados problemas com as taxas de bits mais elevadas. Como podemos ver no gráfico da Figura 2, a taxa de 115200 bps não aparece. Isso deve-se pelo fato que o software implementado tem limitações para operar nessas taxas. Provavelmente, essas limitações devem estar na sincronização das operações de interrupção e tratamento de palavras maiores do buffer.

No entanto, todas as outras taxas de bits da serial tiveram resultados, mesmo que não satisfatórios, podemos perceber que quanto maior é a velocidade da serial - maior é o tamanho do buffer. Esse tamanho depende logicamente da capacidade de cada processador.

Conclui-se também que as condições de implementação do software é muito importante para garantirmos a sincronização do sistema. Esse atributo é muito importante para Sistemas Embarcados, que muitas vezes utilizam da interrupção para lidar com comunicação de dados de entrada e saída.

6. REFERENCES

- [1] R. S. d. Oliveira, A. d. S. Carissimi, and S. S. Toscani. Sistemas operacionais. *Revista de informática teórica e aplicada. Porto Alegre. Vol. 8, n. 3 (dez. 2001), p. 7-39*, 2001.