

PROTÓTIPO DE UM DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS ENTRE PEN DRIVES

Kleber Lima da Silva, Aniel Silva de Moraes
Laboratório de Automação, Servomecanismos e Controle (LASEC)
Núcleo de Controle e Automação (NCA)
Faculdade de Engenharia Elétrica (FEELT)
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Av. João Naves de Ávila, 2160 - Bloco 3N - Campus Santa Mônica CEP: 38.400-902
Uberlândia, MG, Brasil
kleber.ufu@hotmail.com

Resumo – Este trabalho descreve a construção de um dispositivo eletrônico portátil para a transferência de arquivos entre Pen drives. A inovação na criação deste dispositivo permitirá, neste caso, a dispensa de computadores garantindo agilidade e praticidade no compartilhamento de arquivos. O dispositivo faz uso de um microcontrolador com dois controladores host USB e uma interface intuitiva. As viabilidades técnicas e econômicas da aplicação e a necessidade de mercado encorajam para a comercialização do dispositivo.

Palavras-Chave – arquivos, Bluetooth, controlador host, Pen drive, USB.

PROTOTYPE OF A PORTABLE DEVICE FOR TRANSFER OF FILES BETWEEN FLASH DRIVES

Abstract - This work describes the construction of an electronic device portable for the transfer of files between flash drives. The innovation in the creation of this device will allow in this case the exemption of computers, ensuring agility and practicality in file sharing. The device makes use of a microcontroller with two USB host controllers and an intuitive interface. The viabilities technical and economic of the application and the market demand encourage for the marketing of the device.

Keywords – Bluetooth, files, flash drive, host controller, USB.

I. INTRODUÇÃO

A interface *Universal Serial Bus* (USB) é muito versátil para uma grande variedade de dispositivos periféricos. Periféricos padrões que usam USB incluem mouses, teclados, impressoras e dispositivos de armazenamento de dados. A USB é também adequada para aquisição de dados, sistemas de controle e outros dispositivos com funções

especializadas. Os componentes físicos da USB consistem dos circuitos, conectores, e cabos entre um hospedeiro (*host*) e um ou mais dispositivos (*devices*) [1].

O *host* é na maioria das vezes um computador, podendo também ser um equipamento que contém um controlador de *host* USB e um *hub* raiz. Estes componentes funcionam em conjunto para se comunicar com os dispositivos no barramento. O *host* é responsável pela formatação dos dados e gerenciamento das comunicações no barramento. O *hub* raiz permite a ligação de vários dispositivos. O *hub* raiz, em combinação com o controlador de *host*, detecta dispositivos conectados e removidos, realiza os pedidos do controlador de *host* e transmite dados entre dispositivos e o controlador [1].

Os *devices* são os periféricos e *hubs* adicionais que se conectam ao barramento. Cada *device* deve conter circuitos e códigos que permitem a comunicação com o *host* [1].

As especificações da USB [2] definem algumas classes de dispositivos com características semelhantes com o objetivo de facilitar o desenvolvimento e a adaptação de drivers. Uma das classes de dispositivos USB é a de armazenamento em massa (*mass-storage*) para dispositivos que transferem arquivos em uma ou ambas as direções; dispositivos típicos são disco rígido, CD, DVD e unidades de memória flash (Pen drives).

Muito popular atualmente, o Pen drive é um dispositivo de armazenamento muito útil para guardar dados e transportá-los facilmente de um computador a outro. Sempre durante o dia-a-dia, seja no trabalho, na escola ou em outros locais ocorrem situações nas quais uma pessoa têm arquivos que lhe interessa. E, para isto já nos habituamos a andar sempre com um Pen drive no bolso, mas ocorrem situações em que não há um computador por perto impossibilitando a transferência dos arquivos.

A partir desta problemática, pensou-se em um dispositivo que seria capaz de fazer o papel do computador realizando a transferência de arquivos, cujo fosse portátil e de uso intuitivo.

II. DESCRIÇÃO DO PROTÓTIPO

Este protótipo consiste basicamente em um microcontrolador com dois controladores *host* USB, dois conectores USB do tipo A, um display e quatro botões. A Figura 1 apresenta uma esquematização do protótipo.



X CEEL - ISSN 2178-8308
24 a 28 de setembro de 2012
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Uberlândia - Minas Gerais - Brasil

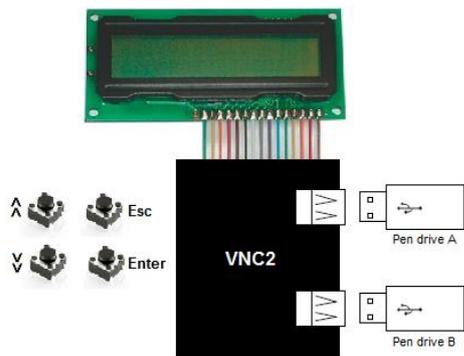


Fig. 1. Esquema simplificado do protótipo

A interface é bem simples e apresenta o menu principal com as seguintes opções: “Pen drive A” e “Pen drive B”. Ao ser realizada a seleção o usuário terá acesso ao conteúdo do respectivo Pen drive, podendo em seguida fazer a seleção dos arquivos a serem copiados para o outro Pen drive. Quando a seleção for de uma pasta, é apresentado um diálogo questionando a abertura ou cópia completa da pasta. Durante a transferência é exibida a mensagem: “Transferindo...”, e ao concluir: “Arquivos transferidos com sucesso!”. Na ocorrência de erros como, por exemplo, espaço insuficiente no Pen drive de destino, é exibida uma mensagem de erro com sua respectiva descrição (quando houver).

A. Microcontrolador

O Vinculum-II ou VNC2 da *Future Technology Devices International* (FTDI) é a segunda geração de circuito integrado (CI) controlador de *host* USB da FTDI. Ele apresenta como principais recursos: CPU incorporada; arquitetura Harvard 16bits; memória de programa E-Flash de 256kbytes e memória de dados RAM de 16kbytes; duas interfaces USB 2.0 *full-speed* ou *low-speed* com funções *host* ou *device*; e 28 entradas/saídas na versão de 48 pinos [3].

Além deste CI apresentar todas estas características favoráveis ao uso neste protótipo a FTDI fornece o ambiente de programação e compilador de forma gratuita e também disponibiliza uma série de códigos exemplos. Outro fator importante na escolha do VNC2 é seu custo baixo levando-se em conta todos estes benefícios, custando aqui no Brasil 27,23 reais uma unidade da versão VNC2-48L1B (valor cotado em março de 2012).

B. Hardware

A partir do microcontrolador escolhido com apenas versões de encapsulamento SMD, a montagem em matriz de contatos (*proto-board*) torna-se inviável, resultando na necessidade da elaboração de uma placa de circuito impresso (PCI) para protótipo. O desenvolvimento do circuito e geração do leiaute da PCI foi realizado através do software EAGLE.

Na Figura 2 observa-se o modelo 3D da PCI do dispositivo (em fase de manufatura). A placa protótipo tem por objetivo testar a funcionalidade integral do que o trabalho propõe quanto à transferência de arquivos, permitindo as análises e implementações necessárias durante o desenvolvimento do dispositivo, e a possibilidade de novas atualizações envolvendo a mesma linha de pesquisa.

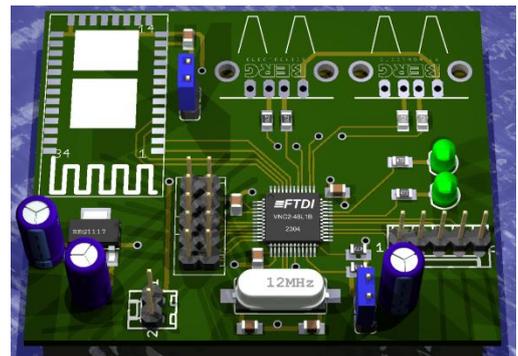


Fig. 2. Modelo 3D da PCI – Softwares EAGLE/POV-Ray

Optou-se por embarcar um módulo *Bluetooth*, o BTM-5 [4], este módulo suporta os modos de operação Mestre e Escravo, permitindo uma comunicação mais prática com o dispositivo para atualizações do firmware e também para aplicações futuras na transmissão de arquivos via *Bluetooth*.

Para a alimentação do circuito são necessárias as tensões de 3,3V (microcontrolador e módulo *Bluetooth*) e 5V (display LCD e USB), obtidas pelo regulador de tensão LM1117 [5] e por uma fonte externa, respectivamente.

A interface com o usuário é realizada por um display LCD alfanumérico 2x16 do tipo AC-162C [6] acionado no modo 4bits e configurado apenas para o modo de escrita. Também são implementados 4 botões de pulso ligados à entradas do microcontrolador e 2 LEDs de *status*.

C. Firmware

O sistema de arquivos usado em Pen drives é o FAT, no VNC2 para permitir flexibilidade em aplicações é implementada uma *Application Programming Interface* (API), portanto o conhecimento dos aspectos fundamentais do sistema de arquivo não é necessário, já que as operações de baixo nível são geridas pela API.

A interface entre o sistema de arquivos e o Pen drive é realizada pela Classe *Bulk Only Mass Storage* (BOMS), sendo ainda necessária a Classe USBHost que permite o controle dos dois controladores de *host* USB no VNC2.

O VNC2 possui um sistema operacional de tempo real, denominado VOS, que é baseado em prioridade além de ser multitarefas. O VOS Kernel é o que realiza o gerenciamento dos recursos de hardware, interrupções e agendamentos. A Figura 3 apresenta a arquitetura do VNC2 em basicamente três camadas: VOS Kernel, drivers e bibliotecas.

O Toolchain, criado pela FTDI, é um conjunto de ferramentas para o VNC2 que inclui compilador C ANSI, *assembler*, *linker*, depurador e *Integrated Development Environment* (IDE). A partir destas ferramentas, embarcaram-se no protótipo as funções necessárias para a cópia de arquivos.

O código é dividido basicamente em três seções, na qual a primeira delas inclui as definições globais, isto é, as declarações dos serviços de Kernel, bibliotecas de tempo real e os arquivos de drivers usados. A segunda seção é a função principal *main*, a qual está a maioria das funções de configurações, bem como a inicialização das aplicações e tarefas. O componente final são as tarefas do utilizador, as quais contêm as funcionalidades principais do sistema.

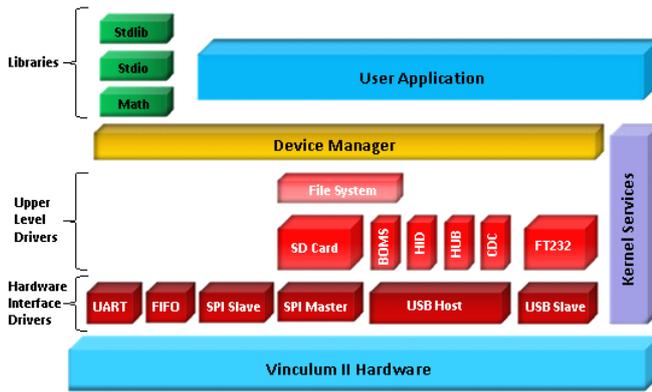


Fig. 3. Arquitetura do Vinculum II [7]

D. Sistema de arquivos FAT

É o sistema de arquivos que determina como as informações podem ser guardadas, acessadas, copiadas, alteradas, nomeadas e até apagadas. Resumindo, toda e qualquer manipulação de dados em um dispositivo de armazenamento necessita de um sistema de arquivos para que estas ações sejam possíveis.

O uso de uma API para este sistema de arquivos oferece um nível extra de abstração que permite uma simplificação ligeira da aplicação. Por meio disto, tem-se basicamente o uso de funções já prontas como a de cópia de arquivos, implementada pela função `fat_fileCopy()`, a qual recebe dois ponteiros identificadores dos arquivos de origem e de destino.

Outras considerações são que o arquivo de origem deve ser aberto através da função `fat_fileOpen()` no modo de leitura (`FILE_MODE_READ`) e o arquivo de destino, o qual será criado, deve ser aberto no modo de escrita (`FILE_MODE_WRITE`).

E. Taxa de transferência

O VNC2 trabalha em 12 Mb/s, como todos os dispositivos USB 2.0 no modo *full-speed*. A taxa de transferência real não é exclusivamente dependente do *host*, mas também do dispositivo ligado a ele. No caso dos Pen drives comerciais, a taxa para escrita de dados estão entre 1,5 e 5 MB/s. Portanto, o fator limitante do dispositivo para a taxa de transferência de arquivos é o VNC2, que permite uma taxa máxima de 1,5 MB/s.

Um artifício utilizado para obtenção do valor experimental desta taxa foi a criação de uma rotina no microcontrolador, a qual realiza o incremento de uma variável com base de tempo de 1µs. Tal variável é então visualizada no LCD, e a partir da transferência de um arquivo com tamanho conhecido é possível obter a taxa de transferência através da Equação (1):

$$Taxa = \frac{t_{MB}}{t_{us}} \cdot 10^6 \quad (1)$$

Onde:

Taxa - Taxa de transferência em MB/s.
 t_{MB} - Tamanho do arquivo em MB.
 t_{us} - Valor da variável mostrada no LCD.

III. RESULTADOS

Devido ao tempo de espera de importação do microcontrolador Vinculum II e do processo de manufatura da placa SMD, espera-se que o protótipo seja concluído em até um mês (junho de 2012), podendo assim para a versão final apresentar os resultados experimentais pertinentes, como taxa de transferência e consumo energético, podendo assim calcular a autonomia real do dispositivo para um determinado tipo de bateria.

A Figura 4 mostra o exterior do protótipo feito com caixa plástica. Buscou-se para este trabalho como ideia inicial apenas garantir a funcionalidade e fidelidade do dispositivo, não se preocupando ainda com aspectos como tamanho e estética.



Fig. 4. Montagem exterior do protótipo

Para estudo da viabilidade técnica do protótipo e seleção da bateria para aplicação final, é apresentado a seguir um levantamento teórico da autonomia do dispositivo. Os cálculos foram realizados a partir da sugestão de uma bateria de Íons de Lítio 3,7 V com capacidade de 900 mAh, a qual é comercializada para celulares, ou seja, de fácil aquisição.

A partir da Equação (2) calcula-se a autonomia do dispositivo em minutos, atenta-se que devido os componentes do protótipo serem alimentados por tensões diferentes entre si e também do valor nominal da bateria há necessidade de uma conversão do consumo de corrente para cada componente em termos da tensão da bateria (termo do somatório). A autonomia em horas é obtida por meio da relação da capacidade da bateria (mAh) com o consumo de corrente total (mA) do dispositivo. Multiplicando-se por 60 converte a autonomia para minutos tendo ainda a observação quanto ao rendimento dos conversores de tensão CC-CC.

$$A_{(minutos)} = \frac{C_{bat}}{\sum \frac{V_i}{V_{bat}} \cdot I_i} \cdot 60 \cdot \eta \quad (2)$$

Onde:

$A_{(minutos)}$ - Autonomia do protótipo em minutos.
 C_{bat} - Capacidade da bateria em mAh.
 V_{bat} - Tensão nominal da bateria.
 V_i - Tensão nominal dos componentes.
 I_i - Corrente nominal dos componentes em mA.
 η - Rendimento das conversões CC-CC.

Outra forma de apresentar a autonomia do protótipo é o quanto de dados ele é capaz de transferir em Giga Bytes (GB) com uma carga completa da bateria, para isto é realizada a conversão pela Equação (3) a partir dos valores obtidos das equações anteriores.

$$A_{(GB)} = A_{(minutos)} \cdot 60 \cdot \frac{Taxa}{1024} \quad (3)$$

De modo geral, o consumo do dispositivo pode ser separado em três: o microcontrolador VNC2, o display LCD e os dois Pen drives. Os valores foram obtidos das folhas de dados dos fabricantes dos respectivos componentes [3], [6] e [8]. A Tabela I mostra estes valores e aplica as Equações (2) e (3) para obtenção da autonomia prevista teoricamente considerando um rendimento de 90% nas conversões de tensão (de 3,7 V para 5,0 V e 3,3 V).

TABELA I
Parâmetros e Autonomia do Protótipo

Taxa (MB/s)	Consumo (mA)			Bateria (mAh)	Autonomia	
	VNC2	LCD	Pen drives		(minutos)	(GB)
1,5	25	21	200	900	151,4	13,3

IV. CONCLUSÕES

Este artigo apresenta um protótipo de um dispositivo inovador para transferência de arquivos entre Pen drives sem a necessidade de um computador. Com isto, o compartilhamento de arquivos é realizado de maneira mais ágil e prática. Sendo assim, a proposta apresentada contribui muito para o estudo e desenvolvimento de um novo dispositivo eletrônico portátil.

As características técnicas do protótipo tratadas no artigo demonstram sua possibilidade de implementação. Também,

por meio do cálculo de autonomia, observou-se um bom desempenho para um dispositivo portátil além de outros fatores que garantem uma boa viabilidade para execução do projeto, a saber: o custo baixo do microcontrolador e a disponibilidade das ferramentas de desenvolvimento.

Para trabalhos futuros, espera-se embarcar a tecnologia Bluetooth para a transferência de arquivos entre o dispositivo e outros aparelhos que possuam a mesma tecnologia como, por exemplo, ao permitir a transferência de arquivos de celulares para Pen drives e vice-versa. Ainda, para continuidade do trabalho sugere-se melhorar algumas características como tamanho e estética do dispositivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Axelson, *USB Complete: Everything You Need to Develop USB Peripheral*, Lakeview Research LLC, 3^a Edição, Madison, 2005.
- [2] Universal Serial Bus (2012). *Why USB is a "must-have" feature*. Acedido em 3 de Abril de 2012, em: <http://www.usb.org>.
- [3] Future Technology Devices International Ltd., *Vinculum-II Embedded Dual USB Host Controller IC*, Datasheet, 2009.
- [4] e-Gizmo Mechatronix Central, *EGBT-046S/EGBT-045MS Bluetooth Module*, Datasheet, 2011.
- [5] National Semiconductor Corporation, *LM1117/LM1117I 800mA Low-Dropout Linear Regulator*, Datasheet, 2006.
- [6] Ampire CO Ltd., *Specifications for LCD module AC-162C*, Datasheet, 2001.
- [7] Future Technology Devices International Ltd., *AN_151 Vinculum II User Guide*, Application Notes, 2011.
- [8] Micron Technology Inc., *RealSSD Embedded USB Mass Storage Drive*, Datasheet, 2009.