

*Burkhard Kainka*

# USB

## **MĚŘENÍ, ŘÍZENÍ A REGULACE POMOCÍ SBĚRNICE USB**

---

edice **PC & elektronika**

Praha 2002



*Kniha je překladem německého originálu*  
**Burkhard Kainka: Messen, Steuern und Regeln mit USB**  
**Hard- und Software-Entwicklung für die Praxis**  
*ISBN 3-7723-5874-8, vydaného nakladatelstvím Franzis Verlag.*

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Franzis Verlag GmbH, 85568 Poing, Germany

---

Burkhard Kainka

## **USB – měření, řízení a regulace pomocí sběrnice USB**

edice **PC & elektronika**

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení a informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena.

© Burkhard Kainka, 2000–2002

© Franzis Verlag GmbH, 2000

© BEN – technická literatura, 2002

Translation © Václav Losík, 2002

BEN – technická literatura, Věšínova 5, 100 00 Praha 10

Burkhard Kainka: USB – měření, řízení a regulace pomocí sběrnice USB

BEN – technická literatura, Praha 2002

1. české vydání

**ISBN 80-7300-073-3**

Orig.: ISBN 3-7723-5874-8 (Franzis Verlag GmbH)

# OBSAH

	<b>O KNIZE .....</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>NEŽ ZAČNETE S USB .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>ZÁKLADY USB .....</b>	<b>11</b>
2.1	Připojení na kabel .....	11
2.2	Sériový přenos .....	13
2.3	Rozdělovače sběrnice (hubs) .....	15
2.4	Typy přenosů na USB .....	17
2.5	Rozpoznávání zařízení (enumerace) .....	17
2.6	Volání ovladačů .....	22
2.7	CreateFile a CloseFile .....	24
2.8	WriteFile a ReadFile .....	25
2.9	DeviceIoControl .....	27
<b>3</b>	<b>STANDARDNÍ ZAŘÍZENÍ USB .....</b>	<b>31</b>
3.1	Instalace USB myši .....	31
3.2	Zvuková karta USB .....	33
3.3	Signální generátor AUDIO-Wave .....	36
3.4	Test sluchu .....	37
3.5	USB-joystick-port .....	41
<b>4</b>	<b>NAPÁJENÍ Z KABELU USB .....</b>	<b>47</b>
4.1	Zatížení a vnitřní odpor .....	47
4.2	Jištění .....	48
4.3	Reléové připojení .....	49
4.4	Stabilizace napětí .....	49
4.5	Měření na signálových linkách .....	50
<b>5</b>	<b>ŘADIČ USB CY7C63000 .....</b>	<b>51</b>
5.1	Teploměr USB od firmy Cypress .....	52
5.2	Programování v jazyce Visual Basic .....	54
5.3	Nastavení proudu LED .....	56
5.4	Další funkce ovladače .....	59

5.5	Analýza přenosu dat na USB .....	59
5.6	Výstupy portů .....	63
<b>6</b>	<b>UNIVERZÁLNÍ ROZHRANÍ USB .....</b>	<b>67</b>
6.1	A/D převodník TLC1543 .....	67
6.2	Shrnutí kanálů AD .....	73
6.3	AD vstupy jako digitální vstupy .....	79
6.4	Společný přenos uživatelských dat .....	92
6.5	Programování v jazyce Delphi .....	95
6.6	Elektrické vlastnosti portů rozhraní .....	98
6.7	Napájení .....	101
6.8	CompuLAB USB .....	102
<b>7</b>	<b>OVLADAČ .....</b>	<b>107</b>
7.1	Přestavba vzorového ovladače .....	107
7.2	Přizpůsobení firmwaru .....	115
7.3	Soubor INF .....	116
<b>8</b>	<b>MĚŘENÍ A EXPERIMENTY .....</b>	<b>119</b>
8.1	Uživatelský program Compact 2000 .....	119
8.2	Programovací prostředí v programu Compact 2000 .....	122
<b>9</b>	<b>ŘADIČ USB AN2131 .....</b>	<b>129</b>
9.1	Technická data .....	129
9.2	Vývojový kit EZ-USB .....	132
9.3	Default Anchor Device .....	133
9.4	Vyvolání ovladače v Delphi .....	135
<b>10</b>	<b>RYCHLÉ ROZHRANÍ USB (FULLSPEED-USB-INTERFACE) .....</b>	<b>139</b>
10.1	Zapojení a konstrukce .....	139
10.2	Čtení stavů portů .....	142
10.3	Výstupy portů .....	145
10.4	Základní funkce pro přístupy na USB .....	149
10.5	Logický analyzátor .....	154

<b>11</b>	<b>A/D PŘEVODNÍK MAX186 .....</b>	<b>159</b>
11.1	Vývody a provozní režimy .....	159
11.2	Uživatelský program Serai8/12 USB .....	162
11.3	Rutina assembleru pro A/D převodník .....	164
11.4	Paměťový osciloskop .....	171
11.5	Spouštění .....	177
<b>12</b>	<b>SBĚRNICE I<sup>2</sup>C .....</b>	<b>183</b>
12.1	Protokol sběrnice .....	183
12.2	Řídicí registr .....	185
12.3	Expandér portu PCF8574 .....	186
12.4	Paměti EEPROM I <sup>2</sup> C .....	195
12.5	Prostředky pro zavádění systému z EEPROM (bootloader) .....	207
<b>13</b>	<b>HROMADNÝ PŘENOS DAT (BULK TRANSFER) .....</b>	<b>211</b>
13.1	Trubice (pipes) a koncové body (endpoints) .....	211
13.2	Assemblerovský program pro hromadný přenos .....	213
13.3	Hostitelský software pro hromadný přenos .....	215
13.4	Přístupy na port prostřednictvím hromadných přenosů .....	219
<b>14</b>	<b>DODATKY .....</b>	<b>225</b>
14.1	Delphi unit EZUSB2.PAS .....	225
14.2	Registry AN2131 .....	237
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>241</b>
	<b>INTERNETOVÉ ADRESY .....</b>	<b>241</b>
	<b>REJSTŘÍK .....</b>	<b>242</b>
	<b>PŘÍLOHA .....</b>	<b>244</b>
	(dostupnost kontrolérů USB a programátorů na českém trhu)	
	<b>ŘADIČE FTDI .....</b>	<b>245</b>
	<b>Knihy nakladatelství BEN – technická literatura .....</b>	<b>246</b>
	<b>Kontaktní adresy na firmu BEN – technická literatura .....</b>	<b>247</b>

# O KNIZE

Od zavedení Windows 98 je Univerzální sériová sběrnice USB (*Universal Serial Bus*) důležitým portem každého moderního PC. Byla tím odstraněna řada nevýhod velkého počtu dosavadních portů. Z dlouhodobého hlediska má sběrnice USB šanci nahradit většinu dosavadních portů.

Co je pro běžného uživatele PC ulehčením, to se může stát pro nadšeného amatéra a pro mnohé vývojáře problémem. Na první pohled se totiž zdá, jako by sběrnice USB nebyla vhodná pro vlastní vývoj hardwaru. Velmi jednoduchá rozhraní, jaká bylo možno postavit pro sériový port, u USB neexistují. Nová sběrnice je složitější a nákladnější.

Touto knihou byl učiněn pokus zpřístupnit sběrnici USB i pro amatérské aplikace. Jsou zde hledány jednoduché přístupy a poskytována potřebná podpora. Kniha uvádí vývoj jednoduchých rozhraní pro sběrnici USB na příkladech. Jsou přitom vysvětlovány všechny aspekty programování řadičů prostřednictvím software Windows až po ovladače (řídící programy přídatných zařízení). Na doprovodném CD najdete všechny nejdůležitější nástroje a všechny příklady programů uvedené v knize.

Doufám, že touto knihou mnoha čtenářům usnadním začátky v práci se sběrnicí USB.

*Burkhard Kainka, Essen*

USB rozhraní CompuLAB-USB a Serai 8/12-USB zmiňovaná v této knize vyrábí firma Modul-Bus. Samostatně také dodává i desky plošných spojů pro uvedená rozhraní. Komunikace v němčině.

Bohužel se nám nepodařilo s touto německou firmou vyjednat podmínky pro prodej jejich sortimentu v České republice.

Pokus by se v této věci něco změnilo, aktuální informace naleznete na internetové adrese této knihy: <http://shop.ben.cz/default.asp?kam=detail.asp?id=121116>

Kontakt:

AK Modul-Bus Computer GmbH,

Ferrières Str. 20, 48369 Saerbeck, Německo.

tel. ++49 2574-8090, fax ++49 2574-888137,

e-mail: [Info@ak-modul-bus.de](mailto:Info@ak-modul-bus.de)

URL: <http://www.modul-bus.de>, <http://www.ak-modul-bus.de>

**Kontakty na další partnery jsou uvedeny na konci knihy v kapitole „LITERATURA – Internetové adresy“.**

*redakce*

# CO NAJDETE NA DOPROVODNÉM CD-ROM

CD obsahuje aplikační programy pro měření, řízení a regulaci, dále informace o součástkách USB a zdrojové texty programů.

Naleznete zde všechny informace potřebné pro snadnou práci s knihou. Obsahuje všechny informace potřebné pro snadnou práci s knihou. Tyto informace lze rozdělit do logických celků, které se nacházejí v oddělených adresářích:

- adresář **\_DATA** je pracovní adresář funkce AUTORUNu,
- adresář **\_UTIL** obsahuje instalační soubory programů Adobe Acrobat Reader a MS Internet Explorer,
- adresář **BEN.WWW** obsahuje off-line verzi www stránek nakladatelství BEN – technická literatura (aktualizováno k polovině července 2002), jejichž součástí je počítačová verze tištěného katalogu – Edičního plánu „jaro/léto 2002“,
- adresář **CZ** je vlastní náplň CD, tj. aplikační programy pro měření, řízení a regulaci, potřebné ovladače pro vývojovou práci, zdrojové texty programů, dále informace o součástkách USB a stručný popis modulů CompuLAB-USB a Serai8/12-USB.

Všechny potřebné dokumenty HTML byly přeloženy ze zdrojového adresáře **DE** do češtiny a dále graficky upraveny. Aktualizovány a doplněny byly zejména katalogové listy řadičů USB.

Obsah: 1. Úvod; 2. Základy USB; 3. Použití standardních zařízení USB; 4. Napájení z USB; 5. Mikrořadič CY7C63000; 6. Vývoj rozhraní; 7. Vývoj ovladače; 8. Experimenty s Compact 2000; 9. Čip EZ-USB; 10. Rychlé rozhraní USB (fullspeed interface); 11. AD převodník MAX186; 12. Sběrnice I<sup>2</sup>C; 13. Hromadný přenos (bulk-transfer); 14. Katalogové listy; 15. Katalogové listy Cypress a Philips; 16. Literatura; Zařízení

- adresář **DE** je kompletní CD, které bylo součástí původního německého originálu knihy. Všechna data byla ponechána tak jak byla. Vše v němčině.
- adresář **KAINKA.CZ** je off-line verze částečně přeložených stránek autora knihy. Obsahuje spoustu užitečných informací, odkazů, aktualizovaných driverů a programů ke všem knihám, které autor doposud vydal (některé z nich vyšly i v českém jazyce).
- adresář **KAINKA.DE** je off-line verze aktuálních stránek (červenec 2002) autora knihy Burkharda Kainky v původní podobě. Vše v němčině.
- adresář **MODUL-BUS** je off-line verze aktuálních stránek (červenec 2002) výrobce modulů CompuLAB-USB, Serai8/12-USB a dalších komponentů. Obsahuje spoustu užitečných informací, odkazů, driverů a programů k problematice USB, elektronický obchod. Zachována původní podoba. Vše v němčině.