

Cvičenia s princípov počítačov

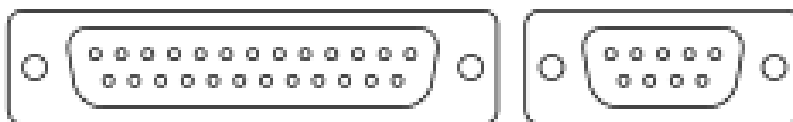
Ladislav Moravský

## Štvrté cvičenie: Sériový port – RS-232

Na komunikačné rozhranie osobných počítačov a nejakej inej elektroniky sa používa sériový port alebo takzvaná sériová linka iným menom štandard RS-232. Tento sériový port je určený na vzájomnú sériovú komunikáciu dvoch zariadení, kde dáta sa prenášajú po jednotlivých bitoch postupne za sebou (v sérii) len po jednom vodiči. Podobná komunikácia funguje aj pri Ethernet a USB, kým štandard RS-232 je staršia verzia, a už ho nahrádzajú rýchlejším USB. Takýto typ sériového portu môžeme nájsť v rôznych oblastiach. Používajú sa v automatických priemyselných systémoch, v spotrebiteľských produktoch, v pokladničných systémoch alebo aj v prístrojoch na vedeckú analýzu.

Medzi zariadeniami ktoré používajú štandard RS-232 je presne definovaná rýchlosť prenosu a elektrické napätie, a podľa nich sú definované aj vzájomne sériovo komunikujúce zariadenia ako počítač Data Terminal Equipment (DTE) a napríklad tlačiareň Data Communications Equipment (DCE).

DTE zariadenia používajú 25 pinovú zástrčku a DCE zariadenia 25 pinovú zásuvku. Tieto konektory boli postupne nahradené kompaktnějšími 9 pinovými ktoré sú zobrazené na Obrázku 1.



Obrázok 1: 25 pinový a 9 pinový konektor štandardu RS-232.

### Charakterizácia

Sériový port je charakterizovaný číslom portu, ktorý obvykle sa označuje COM1 alebo COM2. Veľmi dôležitým parametrom je aj rýchlosť prenosu dát, najčastejšie sa udáva v Baudoch alebo v Hertzoch, čo dáva počet zmien stavu prenosového média za sekundu v modulovanom signáli. Štandardná rýchlosť signálu je 9600 Hz. Podľa rýchlosti musia byť synchronizované aj prístroje vysielajúca a prijímača aby komunikácia medzi nimi bola možná. Čo sa týka počtu bitov tak RS-232 môže prenášať buď 8 alebo 16 bitov. (**Bit** je názov základnej jednotky informácie a môže

nadobúdať jednu z dvoch logických hodnôt. V praxi nadobúda vždy jednu z dvoch vzájomne sa vylučujúcich stavov, ako pravda – nepravda, zapnutý – vypnutý alebo nula – jedna).

## **Prenos údajov**

Jeden z najrozšírenejších spôsobov prenosu je sériový prenos. Jednotlivé prvky sú v časovej postupnosti vysielané po jednej prenosovej linke. Pri prijímaní dát je potrebné aby prijímač bol synchronizovaný s vysielateľom. Prijímač teda musí poznať začiatok a koniec kedy dochádza k zmene signálového stavu – začiatky a konce blokov dát. Na základe týchto údajov prijímač stanoví rozhodujúci okamih pre vyhodnotenie signálového stavu jednotlivého prvku. Sériový port je plne duplexné zariadenie, čo znamená že vie prijímať i vysieľať dáta súčasne. Na vysielanie a prijímanie dát port používa dve nezávislé linky. Zjednodušené porty podporujú iba jednosmernú komunikáciu a využívajú len vysielaciu linku a signálovú zem. Prenos dát sa uskutočňuje po linkách TxD (Transmitt data) a RxD (Recieve Data). Riadenie toku dát predstavuje potvrdenie prijímania dát resp. pripravenosť na prenos. Riadenie toku môže byť hardvérové, alebo softvérové. Hardvérové riadenie toku dát je prenos od vysielateľa k prijímaču. Vysielateľ oznamuje, že má pripravené dáta k prenosu, alebo od prijímača k vysielateľovi, že prijímač je pripravený dáta prijať. Softvérové riadenie toku dát je realizované prenosom znakov XON (Transmit on) a XOFF (Transmit off) podľa ASCII tabuľky ale spomaľuje prenos dát. Pri sériovom prenose je dátový bajt prenesený postupne po bitoch (jeden bit súčasne). Avšak vysielacia a prijímacia strana sa musia na začiatku komunikácie dohodnúť na počte dátových bitov, na paritnom bite a na rýchlosti prenosu dát. Jednotka tejto rýchlosti je Baud, čo je číslo reprezentujúce počet zmien stavu vodiča (linky) za sekundu. Táto hodnota nemusí byť vždy nevyhnutne taká istá ako počet prenesených bitov za sekundu (BPS – Bits Per Second), ale pri štandardnom prepojení dvoch zariadení sériovou linkou sú obvykle údaje totožné. Hodnoty bit/s a počtu zmeny stavov linky sa môžu líšiť pri spojeniach prostredníctvom telefónnej linky. Dátový prenos môže byť synchronne a asynchronne.

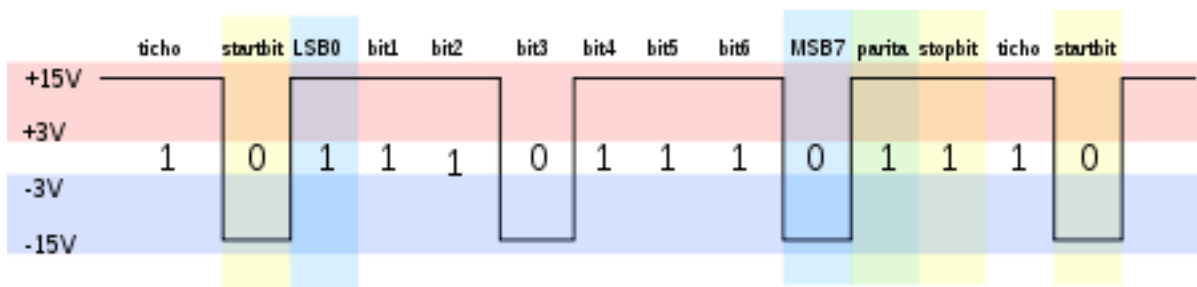
### **Synchronny prenos.**

Pri synchronnom prenose sa na vodičoch nastaví úroveň a informácia sa potvrdí impulzom, alebo zmenou úrovne synchronizačného signálu. Synchronizačný signál je vysielaný aj keď sa neprenášajú žiadne dáta. Synchronizácia umožňuje rýchlejší prenos dát ako asynchronny, keďže nevyžaduje vysielanie dodatočných znakov vyznačujúcich začiatok a koniec prenášaného

rámca. Vysielacia a prijímacia strana musia mať časové základne (generátory taktovacích impulzov), ktoré musia byť synchronizované. Značky sú vysielané ako nepretržitý reťazec bitov, v medzerách sa automaticky vkladajú stavové bity. Začiatky a konce všetkých bitov musia korešpondovať s časovou základňou. Nevýhodou je zložité synchronizovanie, veľkou výhodou však je efektívne využitie kanála a možnosť zabezpečenia prenosu proti chybovosti. Dátové prvky majú rovnakú dĺžku trvania, prenos sa používa pre veľké objemy dát a tam, kde je potrebné počas prenosu zabezpečiť šírku pásma.

## Asynchrónny prenos.

RS-232 používa asynchrónny prenos informácií. Pri asynchrónnom prenose sa dáta prenášajú v sekvenciách (rámcoch) danou rýchlosťou s úvodnou štartovacou sekvenciou vyslaním štart bitu. Hneď ako bol štart bit vyslaný, vysielač posiela dátové bity, ktorých môže byť 5, 6, 7, alebo 8, v závislosti od konfiguračnej voľby. Nasleduje paritný bit (nie je povinný). Prenášaný rámec je ukončený stop bitom. Dĺžky trvania jednotlivých bajtov sú rôzne, rôzne sú i medzery medzi dvoma blokmi. Prijímač nerozozná dva nasledujúce dátové bloky. Objem prenášaných dát sa pri tomto type prenosu rozdelí na menšie časti, každá časť sa posiela nezávisle od ostatných, časové intervaly medzi odosielaním jednotlivých bajtov sa môžu líšiť.



Asynchrónny prenos jedného slova (bajtu).

Popis jednotlivých bitov

### Štart bit.

Keďže RS232 je definované ako asynchrónny typ sériovej komunikácie, tak odoslanie môže byť zahájené v ktoromkoľvek okamihu. To spôsobuje problém na prijímacej strane, ktorá musí zistiť, ktorý bit má ako prvý prijať. K tomu účelu slúži tzv. štart bit, ktorý predchádza každému prenášanému slovu (bajtu) a jeho úroveň je definovaná ako log '0'.

### **Dátové bity.**

Za štart bitom nasledujú po sebe idúce dátové bity. Najmenej významný bit (LSB) je vysielaný ako prvý. Najviac významný bit (MSB) je vyslaný ako posledný.

### **Paritný bit.**

Pri prenose môže nastať situácia, kedy sa náhodne môže zmeniť hodnota prenášaného bitu (prerušenie linky a pod.). Preto je možné vložiť za dáta jeden bit navyše slúžiaci ako detektor chyby. Jeho hodnota sa vypočíta z prenášaných dát. Prijímacia strana potom vykoná rovnaký výpočet, a porovnaním vyhodnotí, či prenos bol správny. Pri sériových prenosoch sa používa tzv. *paritný bit*. Pre výpočet paritného bitu používame dva algoritmy: *Párna parita*. U nej je súčet všetkých jednotiek z dátových bitov a paritného bitu párne číslo. Súčet sa vykoná funkciou XOR a paritný bit sa doplní tak, aby jeho výsledok bol 0. *Nepárna parita*. Súčet všetkých jednotiek z dátových bitov a paritného bitu je nepárne číslo. Súčet sa vykoná funkciou XOR a paritný bit sa doplní tak, aby jeho výsledok bol 1.

### **Stop bit(y).**

Stop bit býva jeden, alebo dvoj bitový. V skutočnosti sa nejedná o bit, ale o minimálnu časovú periódu, po ktorú musí byť linka po odoslaní každého bajtu v stave log 1.

### **Arytmický prenos.**

Prenos je kombináciou synchronného a asynchronného prenosu. Začiatok vysielania každej značky môže nastať kedykoľvek, jednotlivé značky sú prenášané asynchrónne, ale jednotlivé prvky sú prenášané synchronne. Časové základne sú potrebné iba pri prenose jednej značky. Sú spustené rozbehovým prvkom štart a zastavené prvkom stop. Výhodou je jednoduchosť vysielajúceho a prijímajúceho, nevýhodou je zníženie množstva prenesených dát, a slabé zabezpečenie prenosu proti chybovosti.

## Napätie

Elektrické charakteristiky výstupov a vstupov sú dané normou RS-232, ktorá využíva invertovanú logiku na rozdiel od moderných číslicových protokolov. V stave logickej nuly majú napätie 3 až 25 V, v stave logickej jednotky -3 až -25 V vzhľadom na signálovú zem. Rozsah -3 až 3 V je považovaný za zakázanú oblasť (žiadnen logický stav).

## ASCII

Názov **ASCII** je odvodený z anglického slova American Standard Code for Information Interchange alebo Americký štandardný kód pre výmenu informácií.

Je to kódovací systém znakov anglickej abecedy, číslic, iných špeciálnych znakov a riadiacich kódov slúžiacich k riadeniu dátového prenosu, k formátovaniu tlače, prípadne k iným účelom. Väčšina v súčasnosti používaných znakových sád, vrátane medzinárodného štandardu Unicode, vychádza zo znakovkej sady ASCII.

## Trošku histórie

Znaková sada ASCII sa vyvinula zo znakov používaných v ďalekopise, resp. z kódov, ktoré boli pôvodne určené pre obsluhu periférnych zariadení ako napr. tlačiarne. Vývoj začal v roku 1960 a ukončený bol v roku 1963. Avšak až verzia z roku 1967 bola identická s dnešnou. Pri jej vzniku sa vychádzalo z Baudovho kódu a z Murrayovho kódu. Sada najprv obsahovala 128 znakov (od 0 po 127), zapisovala sa pomocou 7 bitov od 0000000 po 1111111. Avšak táto sada 128 znakov a kódov nepostačovala a bola preto rozšírená na 256 znakov so zápisom na 8 bitov. 8-bitová znaková sada ASCII sa niekedy zvykne označovať ako rozšírená (extended) ASCII, alebo EASCII. Prvé verzie vznikali v druhej polovici 70. rokov 20. storočia a celkovo vznikli viac ako dve stovky verzií EASCII, kódových stránok pre MS-DOS a prvé verzie MS Windows.

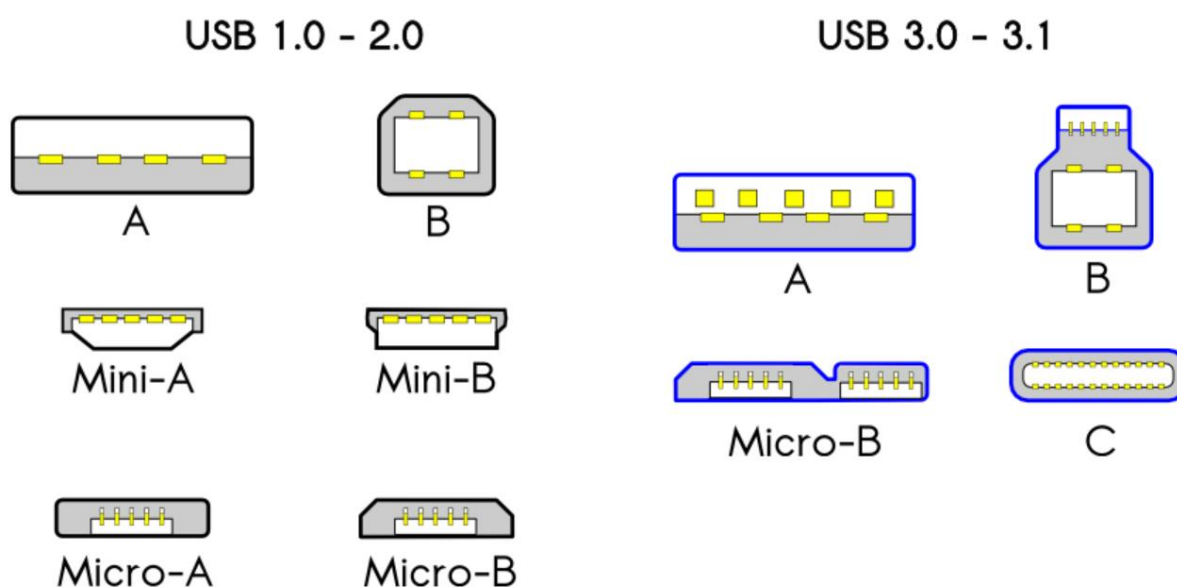
EASCII tvorí od druhej polovice 70. rokov 20. storočia štandardizovaný, rozšírený a všeobecne uznávaný základ ukladania informácií v elektronickej podobe, pretože každý 1 bajt má 8 bitov (t.j. binárne od 00000000 po 11111111) a teda dekadicky od 000 po 255, resp. hexadecimálne od 00 po FF. Ku koncu 50. rokov a v 60. rokoch 20. storočia nebolo samozrejmé aby jeden bajt (znak či kód) bol kódovaný ôsmimi bitmi. Existovali totiž aj 4-bitové či 6-bitové kódovania a aj pojem bajt (či už znak alebo kód) bol veľmi úzko spätý so samotným hardvérom a jeho princípom fungovania, napr. keď boli na magnetickej

páske uložené informácie z diernych štítkov či diernych pások. Dnes existuje teda  $2^8 = 256$  „druhov“ bajtov: hexadecimálne od 00 po FF. Grafická interpretácia znakov, ktorú reprezentujú bajty s poradovými číslami od 128 po 255 (hexadecimálne od 80 po FF) sa líši podľa aktuálne používanej znakovkej sady.

Dec	Hex	Znak	Význam	Dec	Hex	Znak	Dec	Hex	Znak	Dec	Hex	Znak
0	00	NUL		32	20	SPC	64	40	@	96	60	`
1	01	SOH	Start of Header	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	STX	Start of Text	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	ETX	End of Text	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	EOT	End of Transmission	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	05	ENQ	Enquiry	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	ACK	Acknowledge	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	BEL	Bell	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	BS	Backspace	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	09	HT	Horizontal Tab	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	0a	LF	Line Feed	42	2a	*	74	4a	J	106	6a	j
11	0b	VT	Vertical Tab	43	2b	+	75	4b	K	107	6b	k
12	0c	FF	Form Feed	44	2c	,	76	4c	L	108	6c	l
13	0d	CR	Carriage Return	45	2d	-	77	4d	M	109	6d	m
14	0e	SO	Shift Out	46	2e	.	78	4e	N	110	6e	n
15	0f	SI	Shift In	47	2f	/	79	4f	O	111	6f	o
16	10	DLE	Data Link Escape	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	DC1	Device Control (XOn)	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	DC2	Device Control	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	DC3	Device Control (XOff)	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	DC4	Device Control	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	NAK	Negative Acknowledge	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	SYN	Synchronous Idle	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	ETB	End of Transmission Block	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	CAN	Cancel	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	EM	End of Medium	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1a	SUB	Substitute	58	3a	:	90	5a	Z	122	7a	z
27	1b	ESC	Escape	59	3b	;	91	5b	[	123	7b	{
28	1c	FS	File Separator	60	3c	<	92	5c	\	124	7c	
29	1d	GS	Group Separator	61	3d	=	93	5d	]	125	7d	}
30	1e	RS	Record Separator	62	3e	>	94	5e	^	126	7e	~
31	1f	US	Unit Separator	63	3f	?	95	5f	_	127	7f	DEL

## USB – Univerzálna sériová zbernica

USB je štandard sériovej zbernice určenej najmä na pripojenie periférií k počítaču. Nahrádza skôr používané spôsoby pripojenia (sériový a paralelný port, PS/2, GamePort a pod.) pre bežné druhy periférií – tlačiarne, myši, klávesnice, fotoaparáty, modemy atď., ale aj preenos dát z USB flash, videokamier a pamäťových kariet, MP3 prehrávačov, externých diskov a externých napaľovacích mechaník. Pôvodne bol USB navrhnutý pre počítače, ale jeho popularita spôsobila, že dnes je tiež bežnou súčasťou aj video hracích konzol, PDA zariadení, prenosných DVD a média prehrávačov, mobilných telefónov, ale aj zariadení ako sú televízory, domáce stereo zariadenia, autorádiá a podobne. Existuje ich niekoľko typov, s rôznou geometriou.



USB vzniklo ako alternatíva pomalých sériových a paralelných portov a prinieslo vyššiu prenosovú rýchlosť a kompatibilitu. Hlavným zámerom vyvinutia USB bolo práve zbaviť sa všetkých predtým používaných sériových a paralelných portov, pretože neboli dostatočne štandardizované a vyžadovali množstvo ovládačov. Všetky zariadenia podporujúce nejakú verziu USB sú vždy kompatibilné aj s jeho predchádzajúcimi verziami (tzv. spätná kompatibilita). USB systém má asymetrický dizajn pozostávajúci z hostiteľského kontroléra a viacerých zariadení spojených v uzavretom cykle. Do cyklu môžu byť zapojené prídavné rozbočovače (angl. hub), pričom môžu tvoriť až 5-úrovňové stromy na jeden kontrolér. Vďaka kapacite cyklu sa kedysi počítalo s tým, že sa bude toto stromovanie používať a teda že počítač nemusí mať veľa USB portov. Preto staršie počítače majú len jeden alebo dva



porty. Ale z ekonomických a technických dôvodov sa cyklenie nikdy nerozšírilo a nové počítače sú vyrábané s väčším počtom USB portov (vyvedených buď z interného rozbočovača, alebo počítač obsahuje viacero USB kontrolérov, ale dnes najčastejšie ide o kombináciu oboch prípadov).

Pre identifikáciu verzie USB je rozhodujúca maximálna dátová rýchlosť udávaná v Mbit/s. V tabuľke nájdete jednotlivé značenia a parametre rýchlosti prenosu dát.

**Low Speed** (revízia 1.): rýchlosť 1.5 Mbit/s, ktoré sa najviac využívala na tzv. Human Interface Devices ako sú klávesnice, myši

**Full Speed** (revízia 1.1): rýchlosť 12 Mbit/s, ktorá bola najrýchlejšia pred uvedením USB 2.0, ale označenie Full Speed môže byť zavádzajúce, pretože najvyššiu rýchlosť dostupnú v súčasnosti majú len pripojenia označené ako Hi Speed,

**High Speed** (revízia 2.): rýchlosť 480 Mbit/s (60 MB/s).

**Super Speed** (revízia 3.1. Generation 1, predtým USB 3.0): rýchlosť 5 Gbit/s (625 MB/s).

**Super Speed** (revízia 3.1. Generation 2, predtým Super Speed +): rýchlosť 10 Gbit/s (1 250 MB/s).

**Super Speed** (revízia 3.2. Generation 1, predtým Super Speed): rýchlosť 5 Gbit/s

**Super Speed 10 Gbps** (revízia 3.2. Generation 2, predtým Super Speed +): rýchlosť 10 Gbit/s

**Super Speed 20 Gbps** (revízia 3.2. Generation 2x2): rýchlosť 20 Gbit/s - označenie „2x2“ symbolizuje zdvojenie liniek, vďaka čomu sa rýchlosť zdvojnásobí z 10 Gb/s na 20 Gb/s.

## Typy konektorov

Existujú tieto veľkosti a typy konektorov: štandard, mini a micro, typy "A", "B", "C" a "AB" a ich protikusy.

Typy konektorov boli pridané postupne s vývojom nových USB špecifikácií. Pôvodné (štandard) boli typy A a B série originálnej USB špecifikácie v dvoch prevedeniach ako prípojka = samec (ang. *connector*) a zásuvka = samica alebo receptor ang. *receptacle*. Pri USB 2.0 boli pridané Mini-B prípojka a receptor, pri On-The-Go Mini-A a Mini-AB.

USB-IF potom špecifikovala konektor typu Micro-USB (u nás označované aj ako mikro USB alebo mikro-USB). Štandard Micro-USB pre konektory USB prepojenia definuje menšie veľkosti konektorov praktickejšie u čoraz menších zariadení akými sú mobilné telefóny, PDA a digitálne fotoaparáty. Prenosovým protokolom je štandardné USB s bežnými rýchlosťami.

V súčasnosti sú zariadenia využívajúce USB veľmi rozšírené, vďaka jeho dostupnosti a cene. Veľmi sa rozvíjajú hlavne prenosné pamäťové zariadenia, tzv. USB kľúče, či Flash Drives, pričom jednotlivé spoločnosti sa priam predchádzajú, ktorá ponúkne lepšiu novinku, či už ide o rýchlosť prenosu, kapacitu, veľkosť, cenu či design.

Čím ďalej tým viac sa rozširuje používanie USB portov na pripojenie tzv. Human Interface Devices, medzi ktoré patria myši, klávesnice či joysticky, aj keď ešte veľmi často nájdeme ich pripojenie pomocou iných, starších portov. Pre viaceré zariadenia, ako napr. skenery či digitálne fotoaparáty, sa USB už stalo štandardom. Tiež je veľmi rozšírené pri pripájaní tlačiarň nahradzujúc paralelné porty a uľahčuje tak pripojenie viacerých tlačiarň k jednému počítaču.

Využitie USB portov je naozaj rôznorodé a výrobcovia často prichádzajú s novými, často bizarnými nápadmi. Keďže zbernica je schopná napájať menšie zariadenia, objavili sa (okrem bežných prenosných pevných diskov) aj zariadenia, ktoré využívajú port len na napájanie – napr. nabíjačky mobilných telefónov a pod. Zvláštnou kategóriou sú zariadenia označované ako *USB dekorácie* – malé lampičky, ventilátory, ohrievače šálok, či dokonca miniatúrne vysávače.