

OpenWrt

Cesta do hlubin otevřeného systému pro domácí routery

Martin Strbačka • martin.strbacka@nic.cz • 21.05.2013



Obsah: První část

- Představení OpenWrt
- Trocha historie
- Jak to bootuje?
- Filesystem
- Ipkg balíčky
- UCI
- LuCI



Obsah: Druhá část

- Jak to nainstalovat?
- Předpřipravené balíčky, ImageBuilder, Buildroot-NG
- Připojení ke konzoli
- Instalace z bootloaderu
- Zápis do MTD, sysupgrade
- JTAG
- I2C, GPIO, SPI aneb co umí procesor a jsme schopni toho využít?
- Užití routeru na netradičních místech



Představení OpenWrt

- Linuxová distribuce pro embedded zařízení (převážně SOHO routery)
- Spíše framework, meta – distribuce
- Neexistuje žádná zaštiťující organizace
- Historie:
 - 2003 – Linksys WRT54G
 - <http://seattlewireless.net/> - Je v tom Linux!
 - 2004 – openwrt.org
 - 2013 – Zatím poslední stabilní vydání (Attitude Adjustment)




10 let a stále na trhu

🏠 > Síťové prvky > WiFi Routery > Linksys WRT54GL Wireless-G Router, Switch, Linux

Linksys WRT54GL Wireless-G Router, Switch, Linux

Router/WiFi AP/4-port Switch, SPI firewall, Wifi-G, WPA TKIP nebo AES, SecureEasySetup(zabezpečení WiFi sítě jedním tlačítkem).



Vaše cena: **1 494 Kč**

včetně DPH a všech poplatků


získáte: **412 bodů do Bonus klubu**

cena bez DPH: 1 235 Kč

skladem: **2 kusy** (kdy zboží dostanu?)

objednací kód: **34778**

Linksys WRT54GL Wireless-G Router, Switch, Linux



11 obrázků v galerii

Výrobce: Linksys
V nabídce od: 17.8.2011
Kód výrobce: WRT54GL
Záruka: **2 roky** (reklamace a servis: CZC.cz)
Poruchovost: 2,40 %
Další v kategorii: WiFi Routery | WiFi Routery Linksys

0
 0
 0

Technické parametry

Základní parametry	Přenosové rychlosti
Typ routeru: Access point, Access point, VPN, Wifi Router	Přenosové rychlosti pro WLAN (Wifi) [Mb/s]: 54
WLAN (Wifi) standardy: 802.11b, 802.11g	
Podpora externí antény: Ano	
Frekvenční rozsah (GHz): 2,4	
Vnitřní: Ano	
Firewall: Ano	



Vnitřnosti

- Linux kernel + Busybox + uClibc
- Správce balíčků opkg
- UCI
- Buildroot-NG



Současný stav

- ~50 podporovaných platforem (ARM, MIPS, PowerPC, x86)
 - wiki.openwrt.org/toh/start
- > 1500 balíčků
- Linux kernel 3.3.x
- Linaro GCC 4.6
- uClibc 0.9.33.2 (eglibc, musl)



Jak to bootuje

- 1) Bootloader (dnes nejčastěji U-Boot + patche)
 - Low-level HW init
- 2) Linux kernel + připojí se mtd oddíl s názvem „rootfs“
- 3) Spustí se /etc/preinit
 - Vytvoří složky, připojí /proc, /dev
 - FailSafe
 - Připojí jffs2 overlay „rootfs_data“
 - Nahraje moduly, inicializuje hotplug
- 4) Init, spouštění skriptů v /etc/rc.d



Souborový systém

- Historie
 - nvram
 - Konfigurační volby uloženy jako páry klíč, hodnota
 - symlink
 - Zapisovatelné soubory linkovány do RW oddílů
 - mini_fo
 - Speciální FS, bezešvé spojení RO a RW oddílů v jeden
- Dnes
 - overlayfs (jffs2 + squashfs)
 - Nástupce mini_fo, stabilnější



Souborový systém - porovnání

- Firmware od výrobce

TP-Link WR1043ND Flash Layout stock firmware			
Layer0	m25p80 spi0.0: m25p64 8192KiB		
Layer1	mtd0	mtd1	mtd3
Size in KiB	128KiB	8000KiB	64KiB
Name	<i>u-boot</i>	<i>firmware</i>	<i>art</i>
mountpoint	none	/	none
filesystem	none	SquashFS?	none

- Openwrt

TP-Link WR1043ND Flash Layout					
Layer0	m25p80 w spi0.0: m25p64 8192KiB				
Layer1	mtd0 <i>u-boot</i> 128KiB	mtd5 <i>firmware</i> 8000KiB			mtd4 <i>art</i> 64KiB
Layer2		mtd1 <i>kernel</i> 1280KiB	mtd2 <i>rootfs</i> 6720KiB		
mountpoint			/		
filesystem			mini_fo		
Layer3			mtd3 <i>rootfs_data</i> 5184KiB		
Size in KiB	128KiB	1280KiB	1536KiB	5184KiB	64KiB
Name	<i>u-boot</i>	<i>kernel</i>		<i>rootfs_data</i>	<i>art</i>
mountpoint	none	none	/rom	/overlay	none
filesystem	none	none	SquashFS	JFFS2	none



Opkg – Správce balíčků

- ...nebo ipkg?
- Opkg je fork lpkg
- lpkg není dále vyvíjen
 - lpkg je registrovaná ochranná známka
- *.ipk a *.opk jsou identické soubory
 - Velmi podobné *.deb
 - TGZ soubory obsahující data.tar.gz a control.tar.gz
 - Vyšší rozlišení ve specifikaci cílové platformy
- Opkg nainstaluje i deb balíček, neprovede ale skripty



UCI – Unified Configuration Interface

- Problém – různé daemony mají různé konfigurační soubory na různých místech
- UCI zavádí jednotnou syntaxi konfiguračních souborů
- Všechny konfigurační soubory jsou umístěné v `/etc/config/`
- Init skripty konvertují UCI soubory do:
 - Parametrů předávaných daemonu
 - Dočasných konf. souborů ve `/var/etc/`
- Některé konf. soubory nejsou ucifikovány záměrně
 - `hosts.{deny,allow}`, `inittab`, `shells`, `atd..`



LuCI

- WEB UI, ano existuje, navzdory názoru některých vývojářů
 - LuCI = Lua + UCI
 - Výchozí WEB UI pro OpenWrt
-
- Další alternativy: Gargoyle, X-Wrt



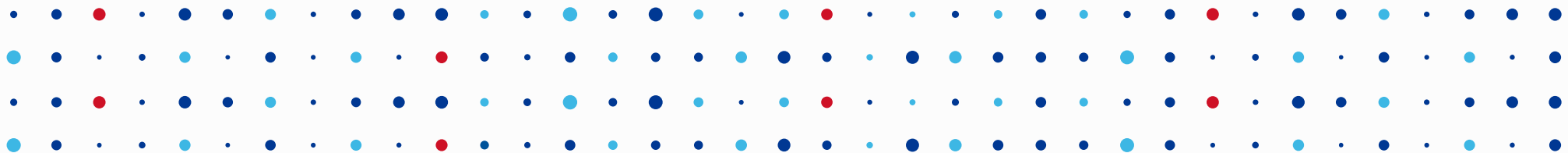
Gargoyle

The screenshot displays the Gargoyle Router Management Utility interface. The top left corner features the Gargoyle logo and the text "Gargoyle Router Management Utility" and "Device Name: OpenWrt". A sidebar on the left contains a "Status" section with a list of links: Overview, Bandwidth Usage, B/W Distribution, Web Usage, QoS Distribution, Connected Hosts, and Connection List. Below this are buttons for "Connection", "Firewall", "System", and "Logout". The main content area is titled "Status" and displays the following information:

Device Name:	OpenWrt
Gargoyle Version:	1.1.8
Device Configuration:	Gateway
Memory Usage:	19.8MB / 29.8MB (66.6%)
CPU Load Averages:	0.08 / 0.04 / 0.01 (1/5/15 minutes)
<hr/>	
Uptime:	6 days, 0 hours, 1 minutes
Current Date & Time:	03/22/10 07:42 EDT
<hr/>	
LAN IP Address:	192.168.1.1
LAN Netmask:	255.255.255.0
LAN MAC Address:	00:1A:70:FD:C4:F0
<hr/>	
WAN IP Address:	6.240.172.67
WAN Netmask:	255.255.255.255
WAN MAC Address:	00:1A:70:FD:C4:F0
WAN Gateway IP:	10.30.8.1
WAN DNS Server(s):	71.252.0.12 68.237.161.12
<hr/>	
Wireless Mode:	Access Point (AP)
Wireless MAC Address:	00:1A:70:FD:C4:F2
Access Point SSID:	Home Network
<hr/>	
QoS Upload:	Enabled
QoS Download:	Enabled

<http://www.gargoyle-router.com/wiki/doku.php?id=screenshots>





Přestávka



Jak to nainstalovat?

- wiki.openwrt.org/toh/start
- Výběr správného instalačního obrazu
 - Použít předkompilované
 - Použít ImageBuilder
 - Zkompilovat vlastní
 - Buildroot-NG
- Nahrát
 - Nejčastěji přes webové rozhraní
 - Skrze bootloader
 - TFTP
 - Xmodem
 - Skrze JTAG (dříve z důvodu velikosti Flash paměti nutnost odstranění bootloaderu)



ImageBuilder

- Pohodlné sestavení firmware „na míru“ z předkompilovaných balíčků
 - `make image PROFILE=<profile> PACKAGES=<+pkg1 -pkg2> FILES=</path>`
- Seznam profilů -> `make info`
- Soubory obsažené v adresáři předaném v parametru `FILES` budou přidány do squashfs oddílu
 - Existující soubory budou přepsány
- Zkompilované firmware jsou umístěny v `./bin`



Buildroot-NG

- SDK pro snadnou cross-kompilaci firmware
- Využívá kconfig (Linux kernel menuconfig)
- Zjednodušuje:
 - Nastavení cross-compiling toolchainu
 - Standardní workflow scénáře
 - Stáhnout, patchnout, zkompilevat, vyrobit balíček
- Možnost připojit vlastní soubory ze složky ./files



Formáty firmware

- Výsledkem sestavení firmware jsou vždy 4 soubory
 - `openwrt-ar71xx-generic-tl-wr703n-v1-{squashfs,jffs2}-{factory,sysupgrade}.bin`
- SquashFS – Systém souborů je rozdělen na RO a RW část a spojen v jeden celek pomocí overlayfs
- Jffs2 – Celý systém souborů je formátován jako RW
 - Nevýhody: plýtvání místem, systém kvůli kompresi není schopen zjistit zbývající volné místo, náchylné k havárii
- Factory – Standardní formát firmware, určený k nahrání do nového zařízení
- Sysupgrade – Formát firmware určený k upgrade systému skrze nástroj sysupgrade

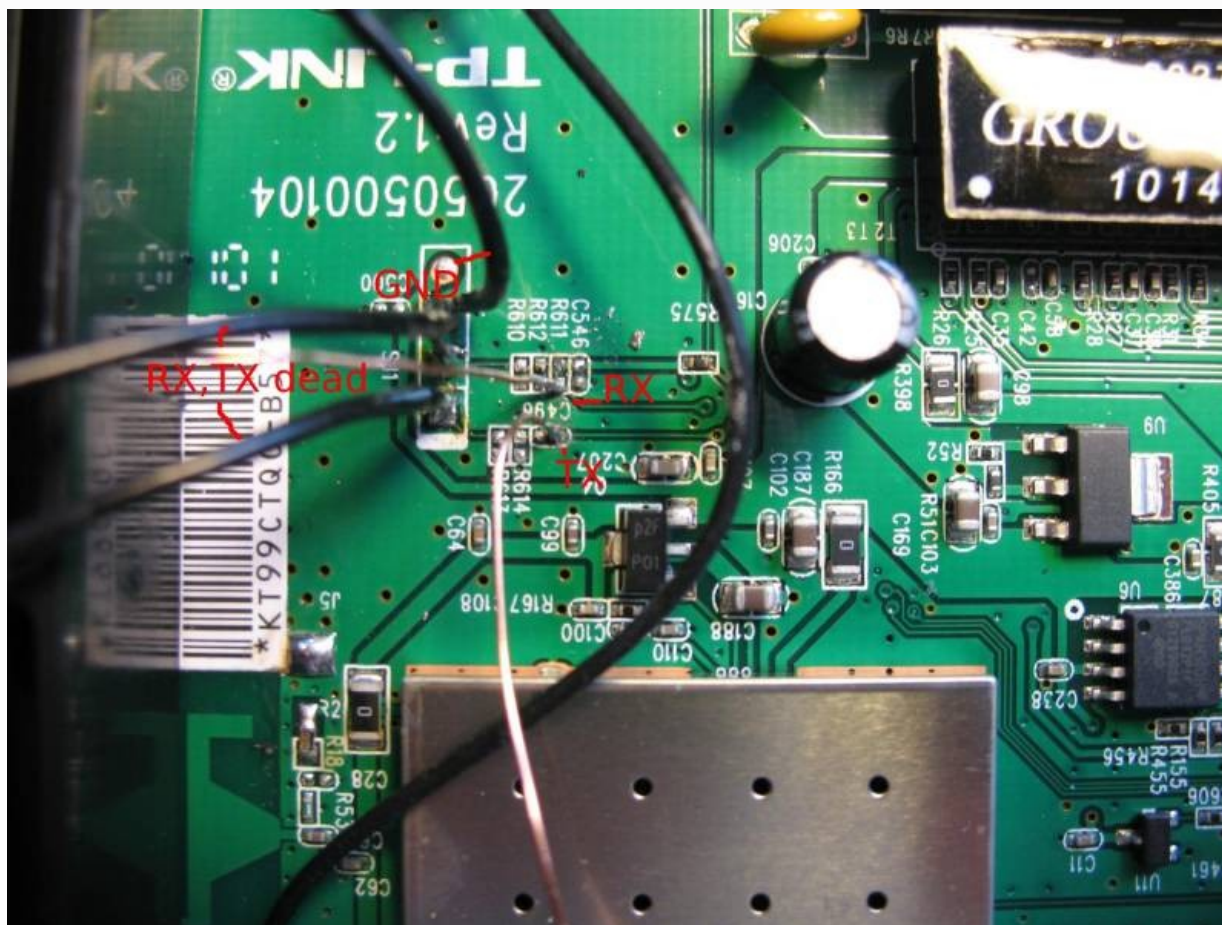


Připojení ke konzoli

- Téměř všechna zařízení mají sériovou konzoli (UART)
- Problém: najít jí a zjistit nastavení
 - wiki.openwrt.org/toh/start
- Co hledáme?
 - 2 – 4 podezřelých vodičů (Rx, Tx, GND, 3V3)
 - Občas jsou označené (TP_IN, TP_OUT – TP-Link)
 - Občas jsou ve formě neosazeného headeru nebo pájecích plošek
 - Někdy výrobci obvod záměrně „poškozuji“
- Co k tomu potřebujeme?
 - USB-TTL konvertor (ebay - „pl2303“, „usb ttl“, „ca-42“)
 - Uživatelé Windows pozor na „made in China“ !



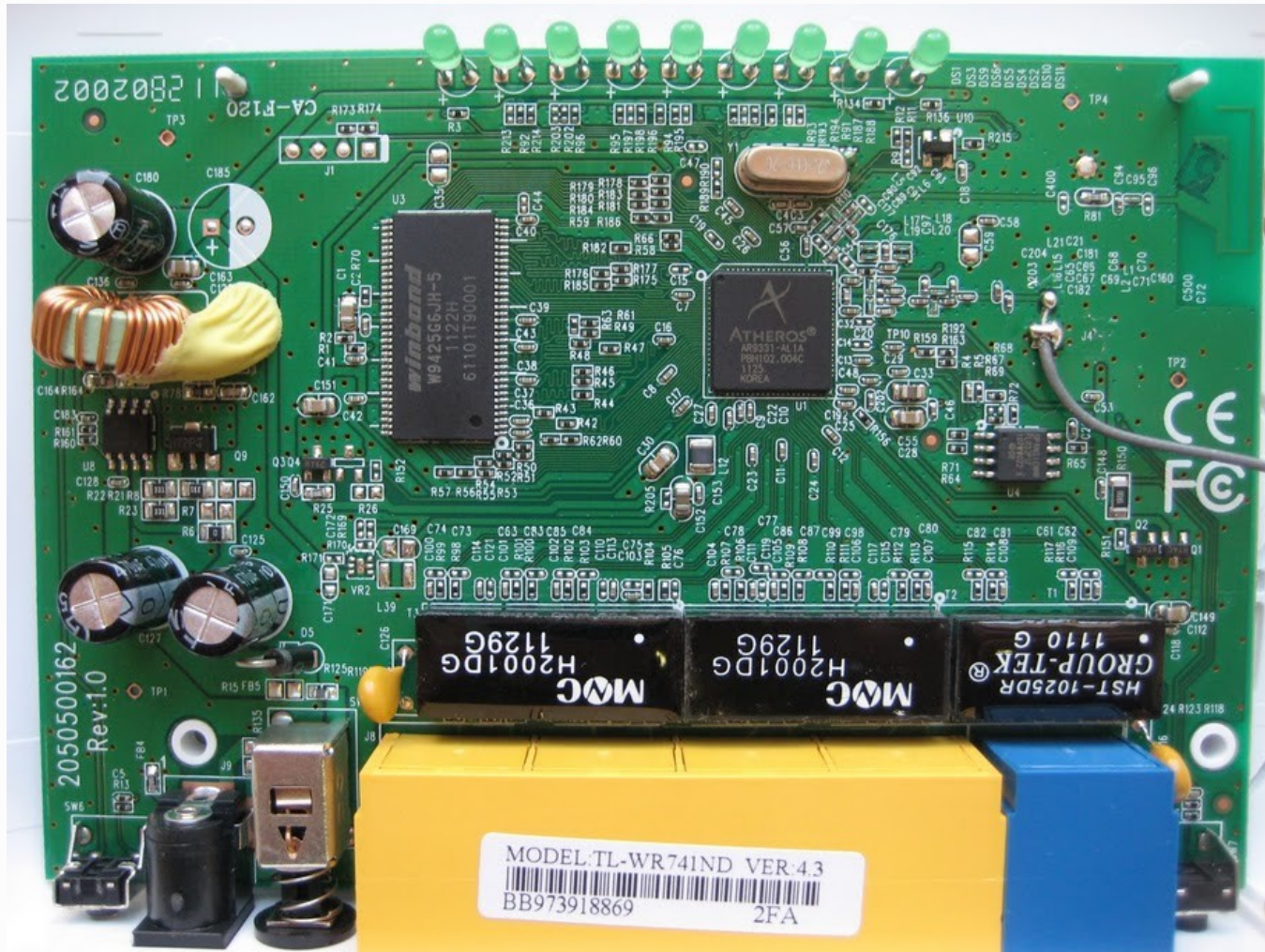
UART



<http://wiki.openwrt.org/toh/tp-link/tl-wr740n>



UART



<http://wiki.openwrt.org/toh/tp-link/tl-wr741nd>



Bootloader - Instalace

- Hodí se:
 - V případě poškození kernelu
 - Nahrání špatného firmware
 - Při návratu k originálnímu firmware

```
hornet> tftpboot 0x81000000 openwrt-ar71xx-generic-tl-wr703n-v1-squashfs-factory.bin
hornet> erase 0x9f020000 +0x3c0000
hornet> cp.b 0x81000000 0x9f020000 0x3c0000
hornet> bootm 9f020000
```

- U-Boot mapuje RAM a Flash jako jeden adresní prostor
- Je nutné znát offsety
 - mohou být změněny při kompilaci zavaděče



Operace s MTD

- `cat /proc/mtd`
- Podrobnější info o hranicích a velikostech oddílů
→ `dmesg`
- Při flashování firmware z běžícího systému existuje několik možností:
 - `cat firmware > /dev/mtdX`
 - `dd if=firmware of=/dev/mtdX`
 - `mtd write firmware linux`

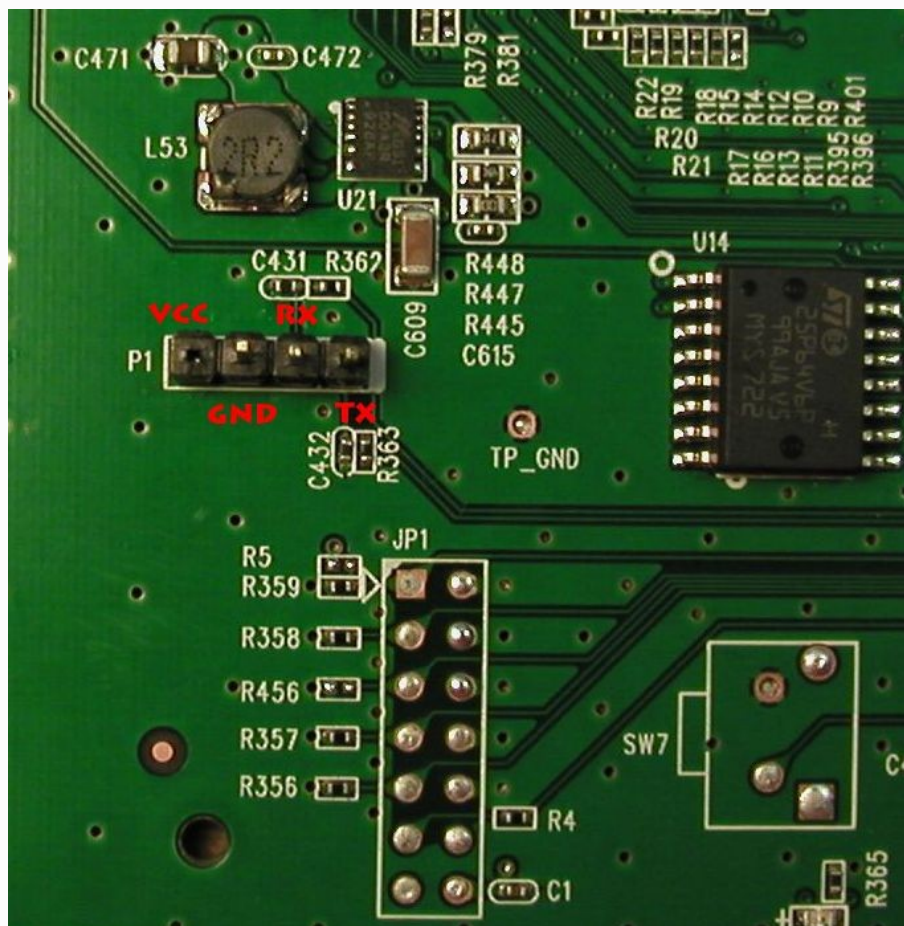


JTAG – Joint Test Action Group

- Standardizované rozhraní pro testování a programování
- Umožňuje oživit bricknuté zařízení (poškozený bootloader)
- Zjednodušeně JTAG umožňuje naprogramování flash paměti
- Použití JTAG je složitější, je nutné správně inicializovat zařízení
 - Device specific, assembler
 - Nutné inicializovat nastavení taktovacích freq, ram modulu atd
- Výrobce občas zakáže zápis do Flash



JTAG



<http://wiki.openwrt.org/toh/tp-link/tl-wr1043nd>



GPIO – General Purpose Input/Output

- Porty (piny) připojené přímo do procesoru
- Jejich stavy a směry můžeme snadno ovlivňovat
- V routerech běžně slouží k blikání stavovými led diodami, spínání napájení USB portu, UART, atd.
- OpenWrt obsahuje kernelové moduly podporující připojení SD karty či I2C zařízení skrze GPIO
- Napěťové úrovně
 - 3V3 – 0 (false)
 - 0V = 1 (true)
- Jak je ovládat
 - Odstranit modul který gpio používá (`rmmod leds_gpio`)
 - `echo 27 > /sys/class/gpio/export`
 - `cat /sys/class/gpio/gpio27/value`



I2C

- I2C protokol podporuje mnoho obvodů mimo jiné inteligentní LCD, audio a video obvody
- Nejčastější využití I2C v OpenWrt – RTC



1-Wire

- Zjednodušená verze I2C
- Pouze jeden datový vodič
- Pro levná a pomalá zařízení
- Např. teploměr

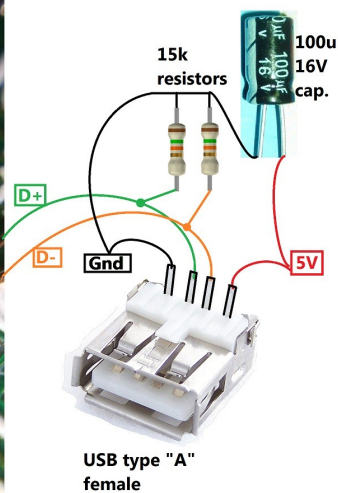
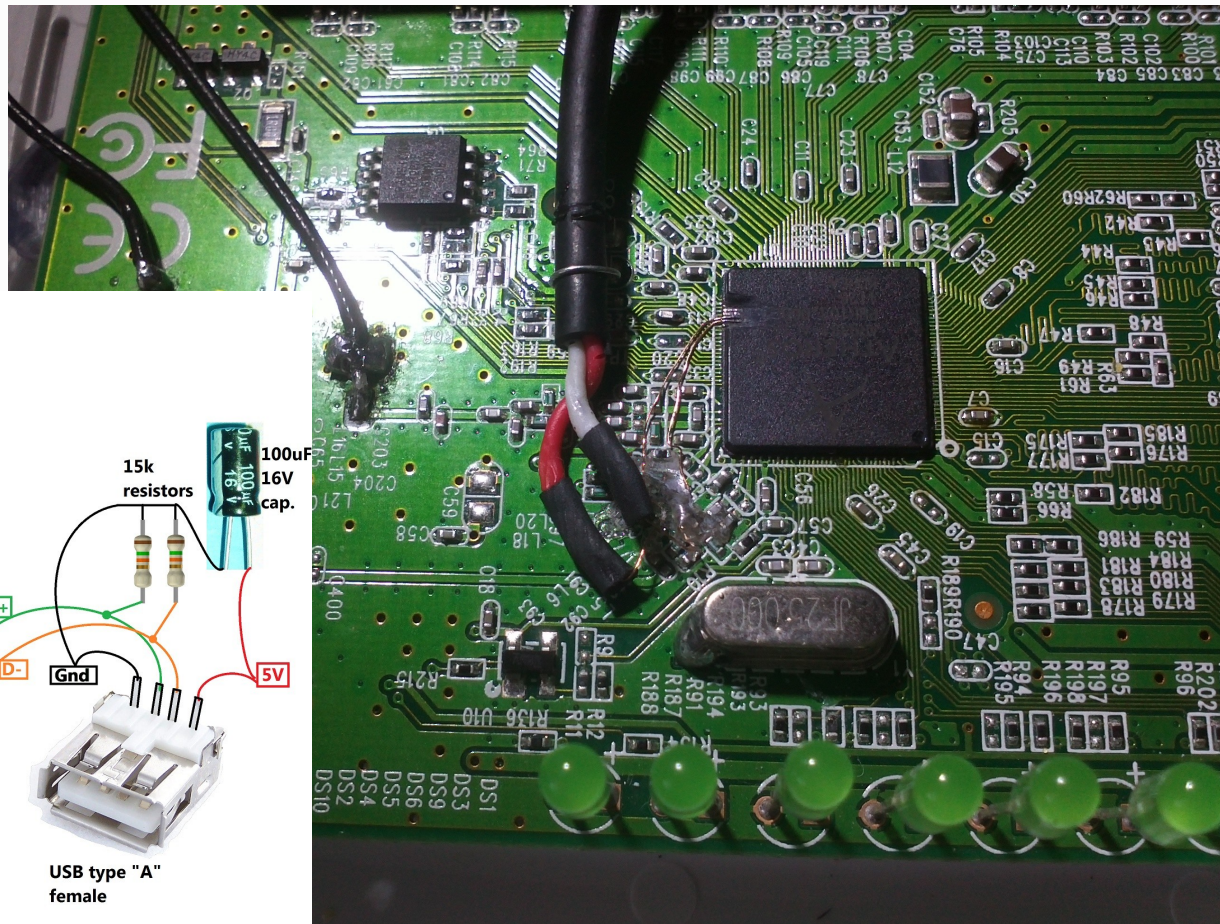
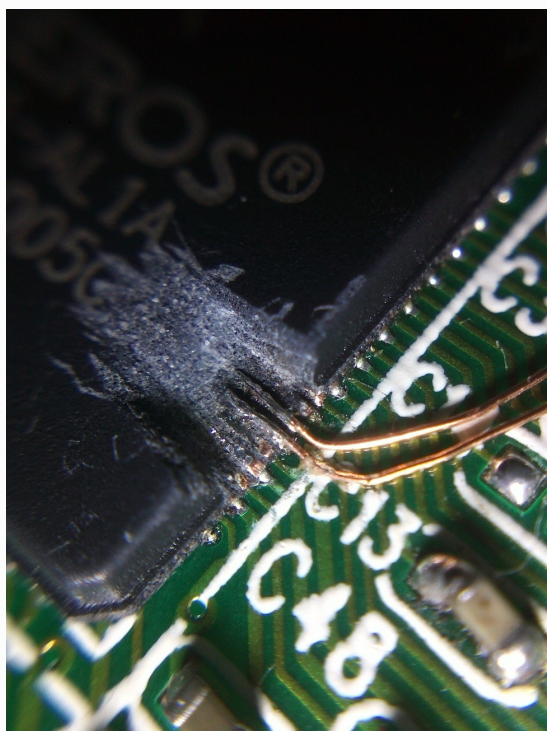


SPI

- Většina SoC má dnes SPI rozhraní nativně a je přes něj připojena Flash paměť
- Pomocí bitbangu je možné emulovat SPI na GPIO a připojit k němu SD či MMC kartu. Z hlediska podpory SPI připojit k němu SD či MMC kartu. Z hlediska přenosu jsou totožné



Extrémní úpravy – USB



<https://forum.openwrt.org/viewtopic.php?id=37368>

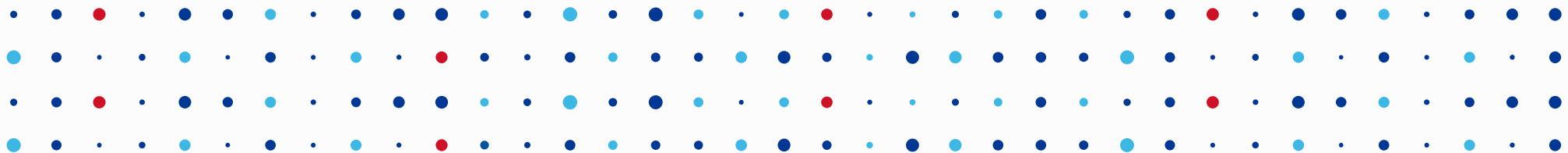


Netradiční použití



<http://wiki.openwrt.org/toh/tp-link/tl-wr703n>





Děkuji za pozornost

Martin Strbačka • martin.strbacka@nic.cz

