

Építsünk IP telefont!

Moldován István
Sonkoly Balázs



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
TÁVKÖZLÉSI ÉS MÉDIAINFORMATIKAI TANSZÉK

VoIP hardver követelmények



BME-TMIT

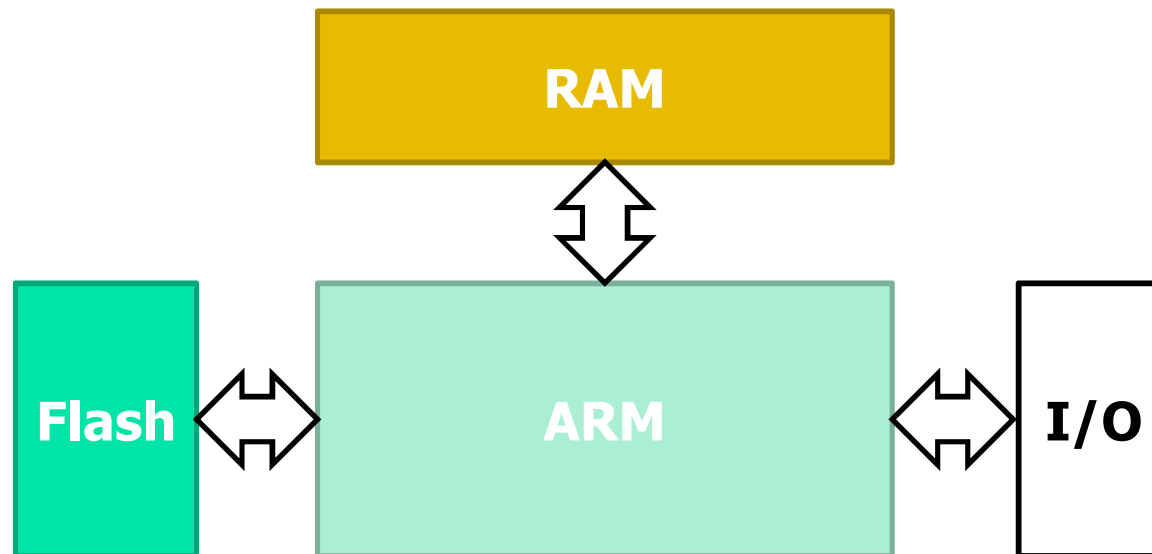
- Hardver oldal
 - Legalább közepesen gyors processzor
 - Ethernet port + Audio portok
 - Bővítési lehetőség (GPIO, stb)
- Szoftver oldal
 - TCP/IP támogatás
 - A mi esetünkben: Linux támogatás a nyílt forrású VoIP stack-ek miatt
 - Valójában meg lehetne írni mindent de nagy munka...

- Célplatformok
 - Broadcom
- Általános célú platformok
 - Mikrokontroller alapú megoldások
 - Sebességgel talán bírnák, de minden protokollt implementálni kell...
 - ARM, MIPS alapú eszközök: több kategória
 - Belépő szintű eszközök
 - Linuxot futtatni képes eszközök

Követelmények Linux futtatásához



BME-TMIT



- Flash: Linux kernel + root filesystem
- RAM: memória a futáshoz
- ARM: támogatott processzor
- I/O: Soros/USB/Ethernet/GPIO... stb

Beágyazott Linux



BME-TMIT

- Általában egyszerűsített disztribúció jár vele
- Kernel: platform függő
 - Alap hardver driverek támogatva!
- Előnyök
 - Egységes hardver kezelés
 - **Rengeteg alkalmazás portolható**
 - Az új fejlesztés is jól portolható
- Hátrányok
 - **\$\$\$**
 - **A Linux erőforrást használ**
 - **Hardver közeli dolgokhoz Linux driver kell**

Linux alapú platformok



BME-TMIT

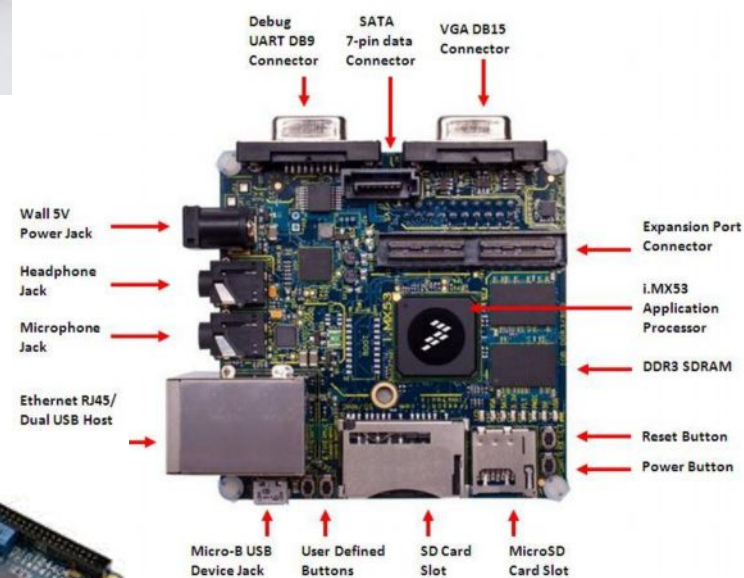
- Broadcom
 - Specializált hálózati hardverek
- Texas, Samsung
 - ARM alapú telefon CPU-k
- NXP, Freescale
 - Általános célú ARM platformok
- Atmel
 - ARM alapú AVR platform
- Stb

- Kiindulási pont: Narcissus Angström

Néhány példa platform



BME-TMIT



Az új hype: Raspberry Pi



BME-TMIT

- Broadcom chinre éniülő olcsó Linux alapú platform

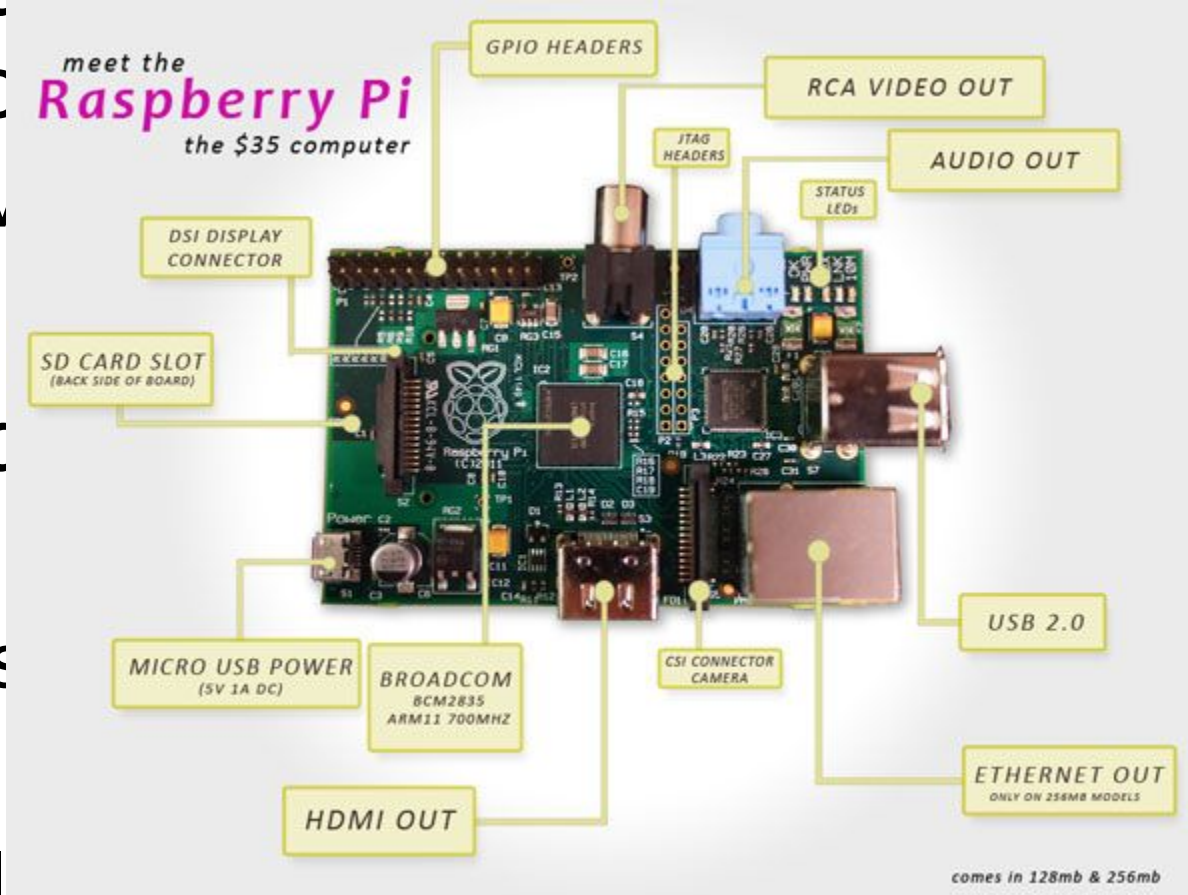
- Növekedés

- Broadcom

- HD

- Kicsi

- IP telefon



or

ség

Beagleboard széria



BME-TMIT

- A Texas Instruments nagyteljesítményű processzorai köré épült
 - Telefonok hasonló procival:



- A gyártói fejlesztő környezet nem elérhető árú
 - Pár ezer \$
- A Beagleboard projekt célja: elérhető árú hardvert adni a fejlesztő közösségnek
 - 145 \$

Beagleboard jellemzők



BME-TMIT

- 1GHZ ARM mag és C64x DSP egy tokban
- Linux (és Windows CE) támogatás
 - Android is!
- A főbb periféria áramkörök kivezetve
 - USB, LCD, soros port, Kamera, expanziós portok
 - SD kártya
 - Hozzáadott Ethernet csatlakozási lehetőség
 - Audio ki/bemenet
- Jelentős fejlesztői bázis



beagleboard.org

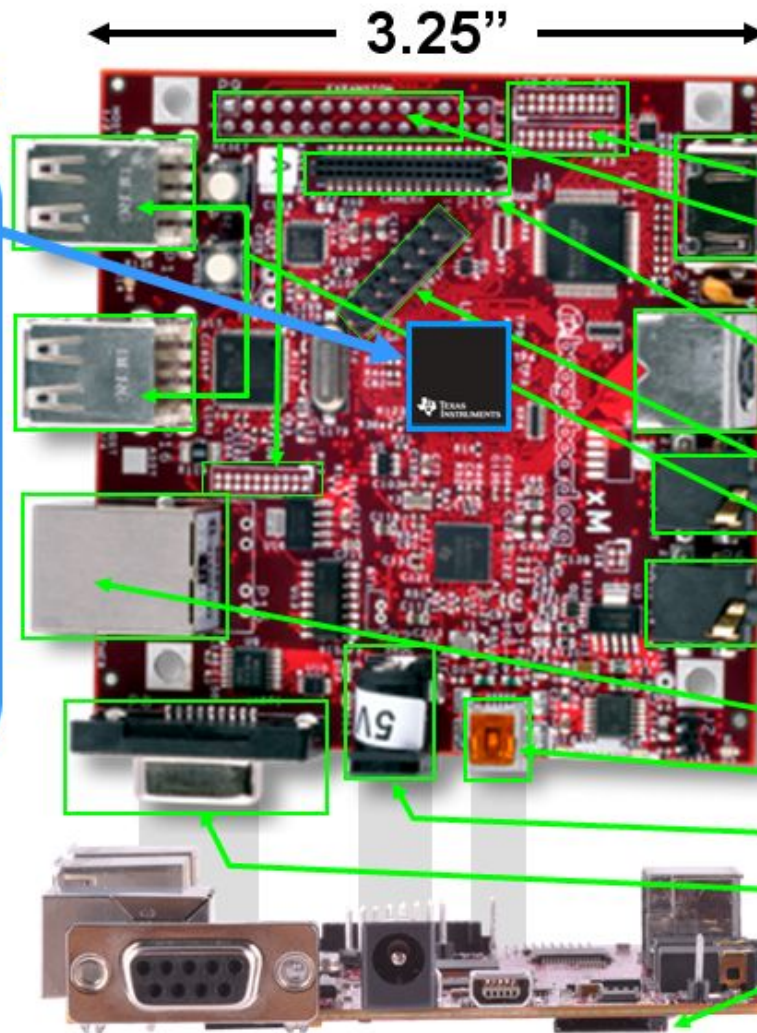
Beagleboard



BME-TMIT

Laptop-like performance

- Super-scalar ARM[®] Cortex[™]-A8
- More than 2,000 Dhrystone MIPS
- Up to 20 Million polygons per sec graphics
- HD video capable C64x+[™] DSP core
- 512 MB LPDDR RAM



Typical PC peripherals via high-speed USB

- LCD Expansion
- I²C, I²S, SPI, MMC/SD Expansion
- DVI-D
- Camera Header
- S-Video
- JTAG
- USB Hosts
- Stereo Out
- Stereo In
- 10/100 Ethernet
- USB 2.0 HS OTG*
- Alternate Power
- RS-232 Serial*
- Micro-SD Slot*

* Supports booting from this peripheral

Alternatívák



BME-TMIT

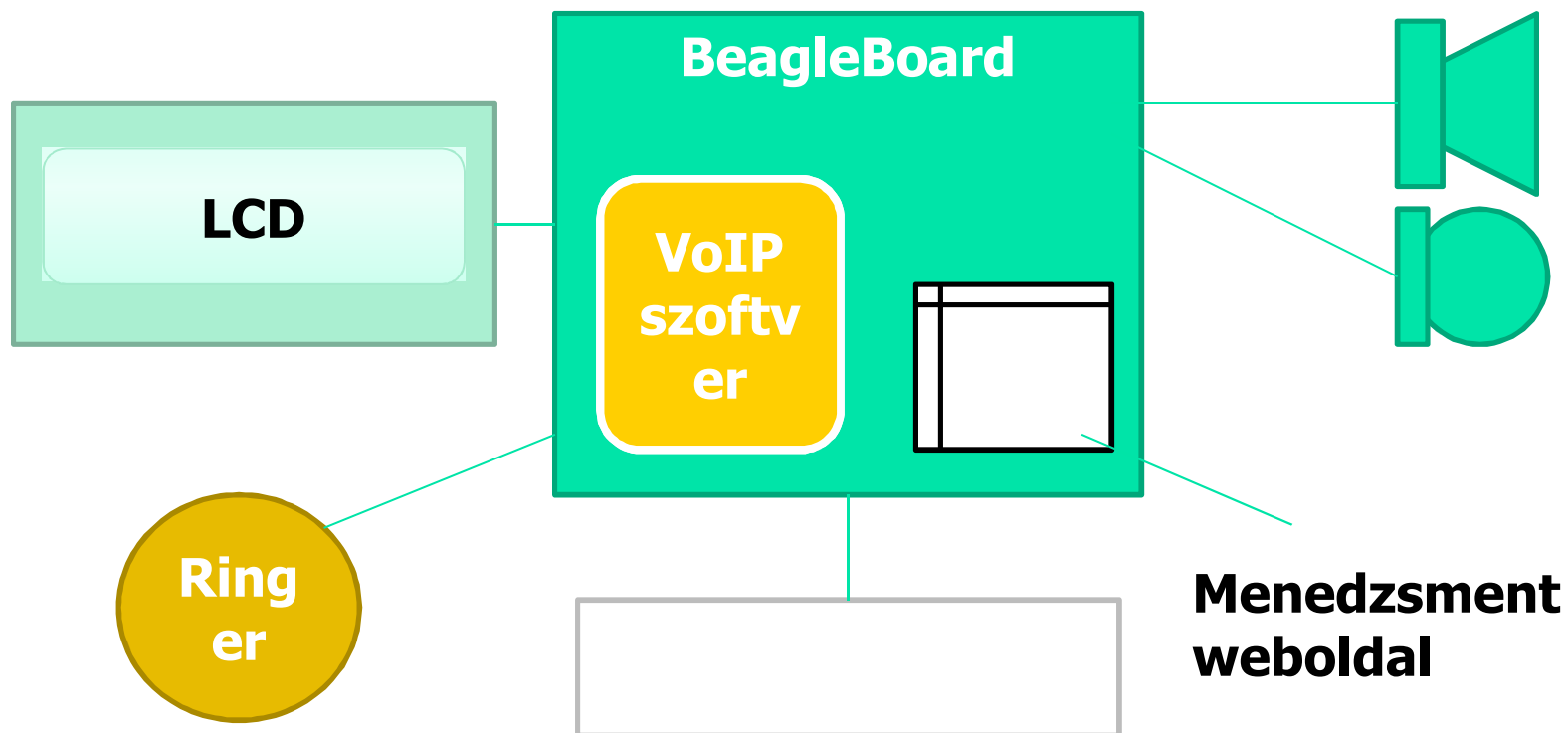
- Pandaboard – jobb, újabb...
 - még „túl” új volt: kis felhasználói bázis
- Hawkboard – olcsóbb, de VoIP célokra megfelelt volna
 - Sajnos bugos, el is ismerték
- Freescale Mx és Samsung
 - Ethernet portot kellene rá tenni és akkor jó lenne...

Hogy lesz a kutyából szalonna?



BME-TMIT

- Avagy hogy lesz a Beagleboardból IP telefon?

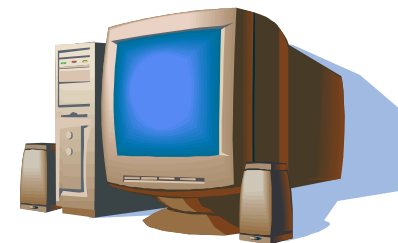


- Billentyűzet, LED-ek: GPIO
- Kijelző: GPIO vagy SPI
 - Színes grafikus kijelző: LCD interfész
- Audio
 - Kimenet: képes meghajtani egy headset-et
 - Bemenet: line in, mikrofon erősítőt igényel...
- Csengő
 - Hangkártya kimenet + kapcsoló (csengőhangok)
 - Vagy egyszerű csengő...

Laboron hogy fogjuk használni



BME-TMIT



Beágyazott Linux – szoftver oldal



BME-TMIT

- Boot folyamat:
 - Boot loader – uBoot
 - Linux kernel
 - Angström root filesystem
- Teljes értékű Linux rendszer grafikus felülettel
 - Egér, billentyűzet – USB
 - Monitor - DVI



SD kártya

Beagleboard Linux



BME-TMIT

- Alapvető driverek megvannak
 - USB, Ethernet, hang, video, soros stb.
- Perifériák kezelése: GPIO driver
 - Lehetővé teszi a GPIO lábak kezelését Linuxból
 - sysfs filesystemen keresztül
- Több funkció ugyanazon a lábon – pin multiplexer
 - Kiválasztható egy adott láb funkciója
 - Linux kernel vagy boot loader határozza meg

Expansion csatlakozó



BME-TMIT

EXP	Processor	0	1	2	3	4	5	6	7
1		VIO_1V8							
2		DC_5V							
3	AE3	MMC2_DAT7	*	*	*	GPIO_139	*	*	Z
4	AB26	UART2_CTS	McBSP3_DX	GPT9_PWMEVT	X	GPIO_144	X	X	Z
5	AF3	MMC2_DAT6	*	*	*	GPIO_138	*	X	Z
6	AA25	UART2_TX	McBSP3_CLKX	GPT11_PWMEVT	X	GPIO_146	X	X	Z
7	AH3	MMC2_DAT5	*	*	*	GPIO_137	*	X	Z
8	AE5	McBSP3_FSX	UART2_RX	X	X	GPIO_143	*	X	Z
9	AE4	MMC2_DAT4	*	X	*	GPIO_136	X	X	Z
10	AB25	UART2_RTS	McBSP3_DR	GPT10_PWMEVT	X	GPIO_145	X	X	Z
11	AF4	MMC2_DAT3	McSPI3_CS0	X	X	GPIO_135	X	X	Z
12	V21	McBSP1_DX	McSPI4_SIMO	McBSP3_DX	X	GPIO_158	X	X	Z
13	AG4	MMC2_DAT2	McSPI3_CS1	X	X	GPIO_134	X	X	Z
14	W21	McBSP1_CLK X	X	McBSP3_CLKX	X	GPIO_162	X	X	Z
15	AH4	MMC2_DAT1	X	X	X	GPIO_133	X	X	Z
16	K26	McBSP1_FSX	McSPI4_CS0	McBSP3_FSX	x	GPIO_161	X	X	Z
17	AH5	MMC2_DAT0	McSPI3_SOMI	X	X	GPIO_132	X	X	Z
18	U21	McBSP1_DR	McSPI4_SOMI	McBSP3_DR	X	GPIO_159	X	X	Z
19	AG5	MMC2_CMD	McSPI3_SIMO	X	X	GPIO_131	X	X	Z
20	Y21	McBSP1_CLK R	McSPI4_CLK	X	X	GPIO_156	X	X	Z
21	AE2	MMC2_CLKO	McSPI3_CLK	X	X	GPIO_130	X	X	Z
22	AA21	McBSP1_FSR	X	*	Z	GPIO_157	X	X	Z
23	AE15	I2C2_SDA	X	X	X	GPIO_183	X	X	Z
24	AF15	I2C2_SCL	X	X	X	GPIO_168	X	X	Z
25	25	REGEN							
26	26	Nreset							
27	27	GND							
28	28	GND							

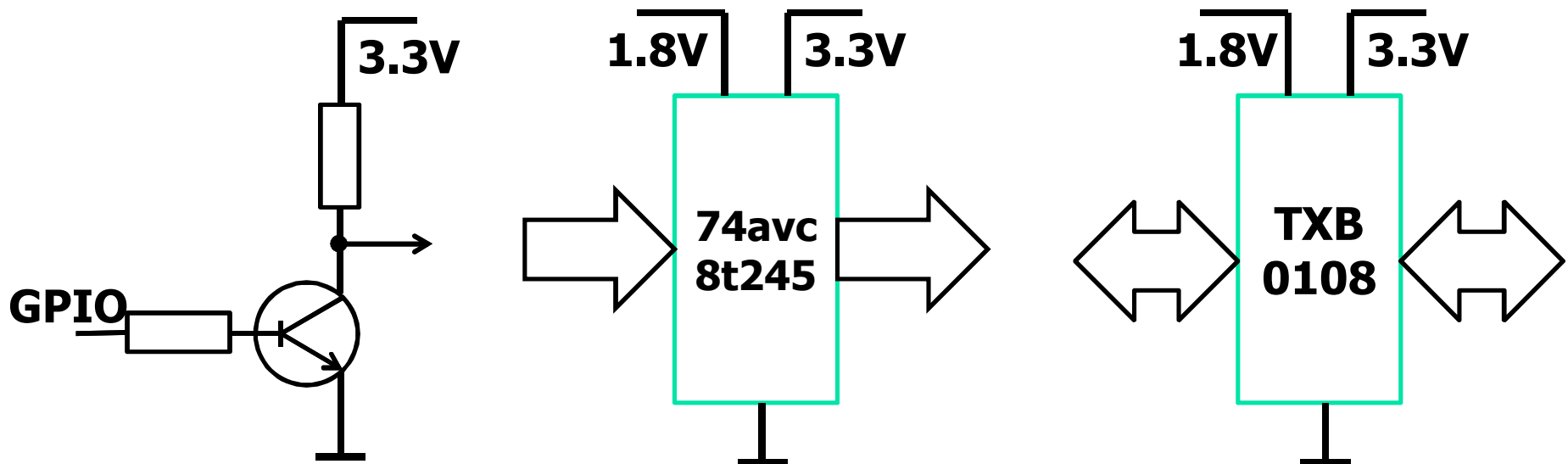
GPIO – hardver oldal



BME-TMIT

- A GPIO lábak 1.8V feszültséget használnak
 - A modern processzorokban így spórolnak energiát
 - A 3.3 illetve 5V-os áramkörök illesztéséhez szintillesztő szükséges

Tranzisztoros illesztés **Egyirányú szintillesztő** **Kétirányú szintillesztő**



GPIO lábak vezérlése



BME-TMIT

- A hardverhez való hozzáférési funkciókat a Linux kernel vezérli

- Garantálja hogy e
- Jól meghatározot
- GPIO driver:
 - /sys/class/gpio

```
cd /sys/class/gpio
echo 139 > export
cd gpio139
echo "low" > direction
echo 1 > value
echo 0 > value
```

zá

- Új hardver illesztése -> Linux driver kell
 - Lefoglalja az adott GPIO lábakat
 - Gyors, hatékony hozzáférést biztosít
 - Kernel modul fejlesztést igényel

Fejlesztés beágyazott Linuxra



BME-TMIT

- Cross-compile környezet (toolchain)
 - Eszköztár: fordítás, linkelés, célformátumú futtathatók és image-k létrehozása
 - Több környezet is létezik
- Beagleboard: OpenEmbedded
 - Ingyenesen letölthető
 - Környezeti változókkal és target parancsokkal mondjuk meg hogy ARM-re fordítson
- A fejlesztés menete nem változik

Más fejlesztői környezet (toolchain)



BME-TMIT

- OpenEmbedded
- Buildroot – OpenWRT is erre épül
- CodeSourcery
- Scratchbox
- Crossdev
- ... stb <http://elinux.org/Toolchains>

Más környezetek



BME-TMIT

- ARM, MIPS
- WLAN routerek és routerboard-ok: MIPS
 - Gyakran használt környezet: OpenWRT



BME-TMIT

OPENWRT

DSL, WLAN Routerek



BME-TMIT



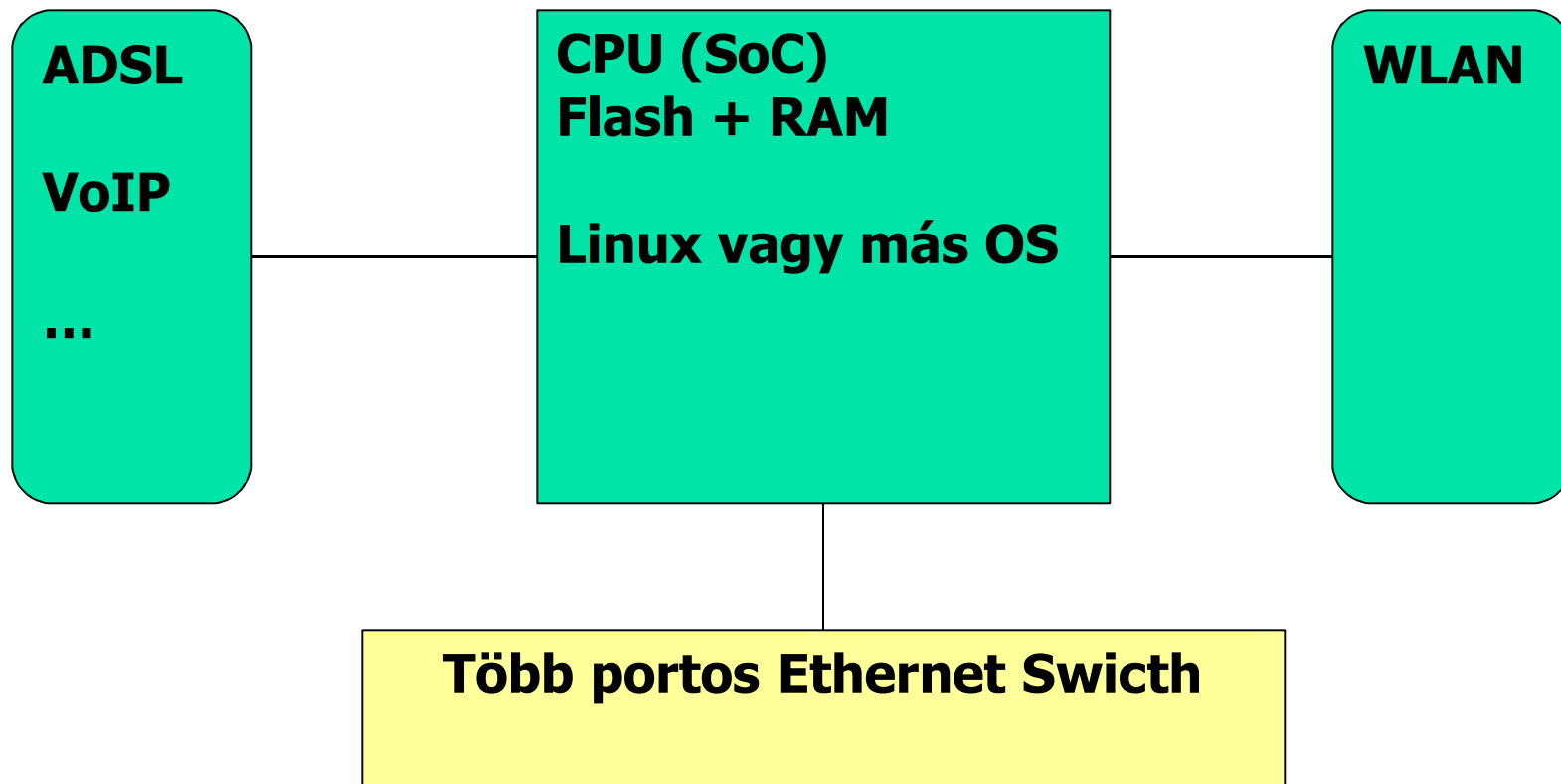
WiFi/Broadband/VoIP Routerek



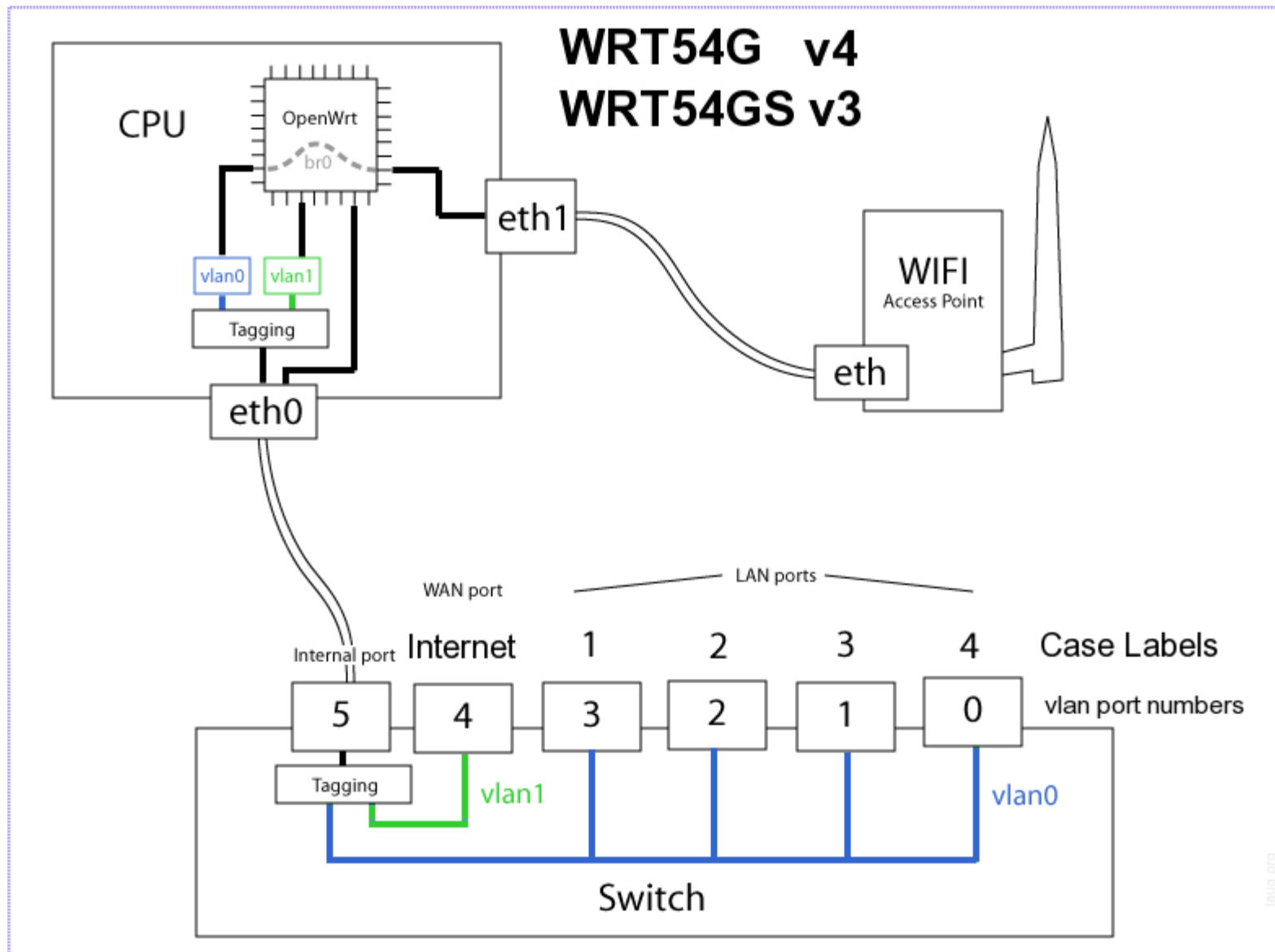
Felépítésük



BME-TMIT



Példa: Linksys WRT54G



Nyújtott szolgáltatások



BME-TMIT

- 4-5 portos Switch
- IP Gateway (2 portos router)
 - 1 port WAN, 4 LAN
 - A LAN portok egy hálózatot alkotnak
 - NAT/Firewall
 - DHCP
 - PPPoE autentikáció, MAC cím másolás
- WLAN/DSL interfész
 - AP vagy DSL modem

Extra szolgáltatások: szoftver



BME-TMIT

- DMZ, port forward, szűrések
- Autentikáció, VPN
- Web szerver, ftp szerver
- NTP
- Dinamikus DNS kezelés
- Sáv szélesség kezelés
- WDS mód
- + hardveres extrák: USB, VoIP, HDD

A „Gyári” szoftver



BME-TMIT

Home Gateway

- Home
- Quick Setup
- Wireless
 - Interface
 - Bridge
 - Access Control
 - RADIUS Setting
 - Advanced
- IP Config
- NAT Setting
- Internet Firewall
- USB Application
- Bandwidth Management
- System Setup
- Status & Log
- Logout

SSID:	WL500gP
Channel:	11
Wireless Mode:	Auto <input type="checkbox"/> 54g Protection
Authentication Method:	WPA-PSK/WPA2-PSK
WPA Encryption:	TKIP
WPA Pre-Shared Key:	••••••••
WEP Encryption:	None
Passphrase:	
WEP Key 1 (10 or 26 hex digits):	
WEP Key 2 (10 or 26 hex digits):	
WEP Key 3 (10 or 26 hex digits):	
WEP Key 4 (10 or 26 hex digits):	
Key Index:	2
Network Key Rotation Interval:	0

OpenWRT



BME-TMIT

- Linux kernelre, μ Clibc-re és Busybox-ra épülő GPL licenzű firmware
- Linksys WRT54G/GS Linux forrás alapján
- Ma már sok routert támogat
- Filozófiája:
 - Az OpenWRT egy alap, akár egy Linux disztribúció
 - Csomagok formájában bővíthető
 - Ipkg, opkg
 - Sok előre lefordított csomag

OpenWRT történet (1)



BME-TMIT

- 2004-es év elején kezdődött
 - Linksys WRT54G eszköz GPL-es forrásaira
 - uclibc projektből átvett buildroot környezetre
 - (különböző beágyazott rendszerekre, melyek különböző architektúrára és CPU-ra épülnek, tudjunk operációs rendszert / firmware-t "készíteni",
 - pl. keresztfordítás, root filesystem és kernel generálása, illetve a bootloader image létrehozása...)
 - épülve: első ún. "stable release"
- 2005-től ún. "experimental" verziók
 - -> első önálló OpenWRT verzió
 - egy népszerű koktélról: White Russian kódnév
 - azóta is követik ezt a jó szokást...

OpenWRT történet (2)



BME-TMIT

- 2006-2010: Kamikaze
- Elnevezés
 - fő verziószám helyett kódneveket
 - ezt egészítik ki különböző számokkal
 - első szám az első kiadás évszámára
 - a második a hónapra utal
 - lehet még egy harmadik szám is (service releases) és egy release candidate (rc) sorszám
- Aktuális verzió: Backfire 10.03.1-rc6
- Mindenkori fejlesztői verzió:
 - Bleeding edge / trunk
 - az éppen aktuális verziója: "Attitude Adjustment"

- OpenWRT – az alap
 - DD-WRT
 - Alap + a legfontosabb csomagok
 - X-WRT
 - Grafikus menedzsment
- Oleg, Tomato
 - Asus és Linksys firmware módosítása, javítása
- Slug-NSLU2
 - NAS eszközök

A megfelelő firmware



BME-TMIT

- TRX vs BIN
 - Diszk képek
 - Két típus, "trx" file és a "bin" file
 - a *bin* file-k
 - A trx fájl becsomagolása ha a gyártó nem támogatja
 - Csak akkor használják ha a trx nem támogatott

- Flash memória: speciális MTD eszköz
 - particionálása: speciális módon
 - speciális fájlrendszerek használata
 - nincs külön terület a partíció információknak (MBR, PBR)
 - helyette ezt a Linux kernel (és a bootloader) kezeli
 - megadható, hogy egy partíció milyen offseten kezdődik és meddig tart
 - később címkék alapján hivatkozhatók
 - több szinten, hierarchikusan is definiálhatók
 - mtd partíciók lekérdezése:
 - `cat /proc/mtd`

Partíciók: pl. TP-Link WR1043ND



BME-TMIT

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

SquashFS és JFFS2



BME-TMIT

- can either have the root filesystem as SquashFS or JFFS2
 - SquashFS
 - a readonly filesystem
 - better compression than JFFS2
 - JFFS2
 - takes a few hundred kilobytes more space
 - changes to included files no longer leaves behind an old copy on the readonly filesystem

- A népszerűbb architektúrákra elérhető bináris
- Legtöbb esetben eredeti webes felületről telepíthető
 - Vendor supplied web interface
 - Tftp
 - CFE (serial cable)
 - JTAG
- Forráskód tarball-ból saját bináris fordítható
 - saját driver
 - saját csomagösszeállítás
- csomag formában még nem elérhető alkalmazás

Első lépések - 1



BME-TMIT

- Setting passwd
- The OpenWrt firmware contains two pieces
 - a kernel and a read-only filesystem known as SquashFS
 - JFFS2 firmware
- Package management

Command	Description
ipkg update	Download a list of packages available
ipkg list	View the list of packages
ipkg install dropbear	Install the dropbear package
ipkg remove dropbear	Remove the dropbear package

Első lépések - 2



BME-TMIT

- Editing file
 - Since the filesystem is a collection of symlinks to a readonly filesystem
 - have to delete the symlink
 - copy the file so you have a writable version of the file to edit

```
rm /etc/ipkg.conf  
cp /rom/etc/ipkg.conf /etc/ipkg.conf  
vim /etc/ipkg.conf
```

- Failsafe mode
 - OpenWrt *itself* uses the reset button to enter into failsafe mode
 - When in failsafe, the system will boot using only the files contained within the firmware
- Resetting to default
 - Restore the NVRAM to default
 - `mtd -r erase nvram`
- Recovering from bad firmware
 - Reflash the unit using the TFTP method
 - Using serial console (CFE) → TFTP
 - enter CFE hit CTRL-C
 - JTAG adaptor method

OpenWrt Addon csomagok



BME-TMIT

- Official packages

- The `/etc/ipkg.conf` file should have these lines

```
src whiterussian http://downloads.openwrt.org/whiterussian/packages
src non-free http://downloads.openwrt.org/whiterussian/packages/non-free
```

- Backports

- Some useful packages have been backported from the development branch (trunk) to White Russian
- The `/etc/ipkg.conf` file should have these lines

```
src backports http://downloads.openwrt.org/backports/rc5
```

OpenWrt Addon csomagok



BME-TMIT

- Third party csomagok
 - Third party packages are not supported by the OpenWrt developers
 - some repositories of third party packages
 - www.ipkg.be
 - X-Wrt, uPnP, CUPS (Printing system with spooling), ether-wake/wol(wake on LAN), srelay (socks proxy)

Kamikaze Configuration



BME-TMIT

- OpenWRT used NVRAM for configuration
- As OpenWRT expanded to new platforms without NVRAM
- NVRAM was abandoned in favor of configuration files in `/etc/config`

Kamikaze Configuration



BME-TMIT

VLANs

```
# Normal routing configuration for WRT54Gv3
config switch eth0
    option vlan0      "0 1 2 3 5*"
    option vlan1      "4 5"
```

Network Layer

1. DHCP

```
config interface wan
    option ifname     eth0.1
    option proto      dhcp
```

2. Static

```
config interface lan
    option ifname     eth0.0
    option proto      static
    option ipaddr     192.168.1.1
    option netmask    255.255.255.0
```

3. PPPoE and PPPoA

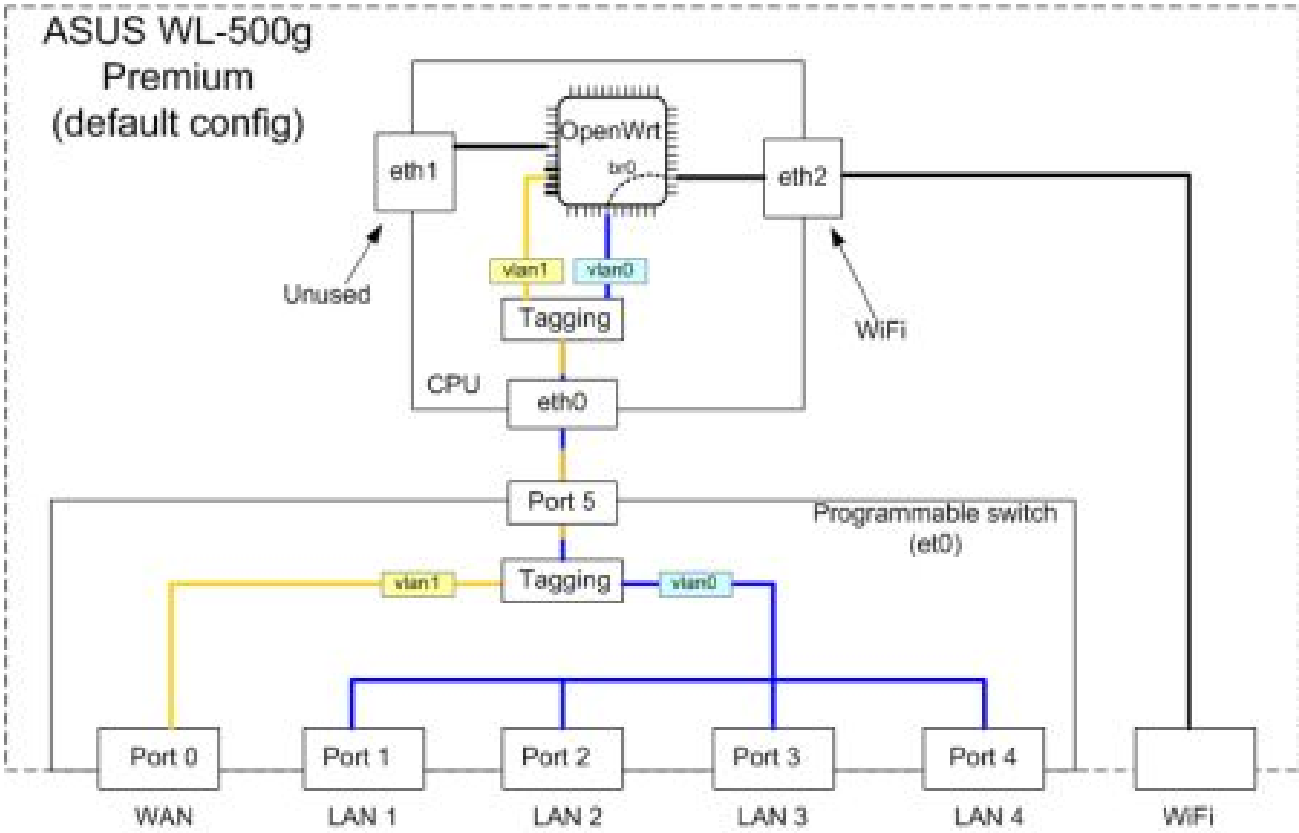
```
config interface wan
    option ifname     eth0
    option proto      pppoe
    option username   xxxxxxx
    option password   xxxxxxx
```

4. 802.11x

```
config wifi-device   w10
    option type       broadcom
    option channel    5

config wifi-iface
    option device     w10
    option mode       ap
    option ssid       OpenWrt
    option hidden     0
    option encryption none
```

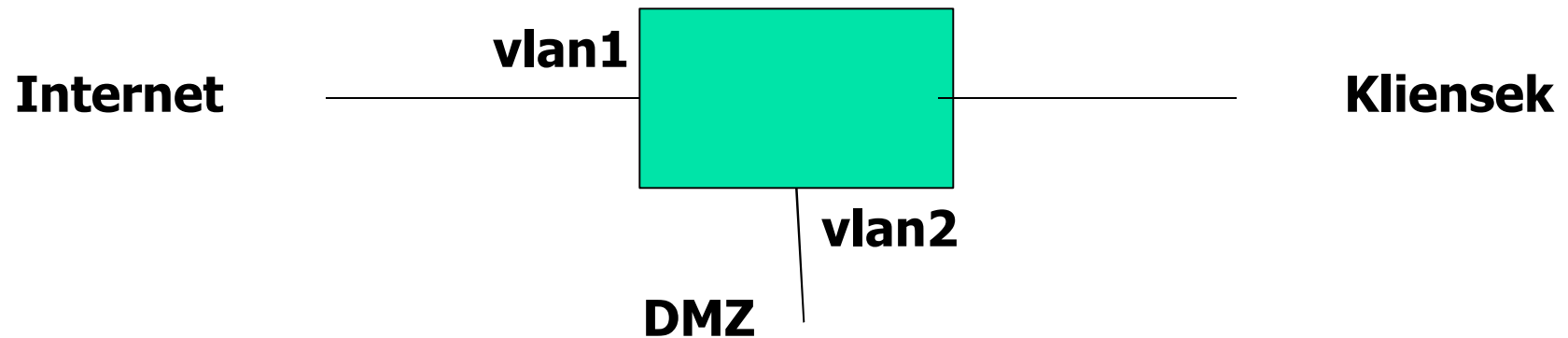
ASUS WL-500gP



Példa: DMZ kialakítása

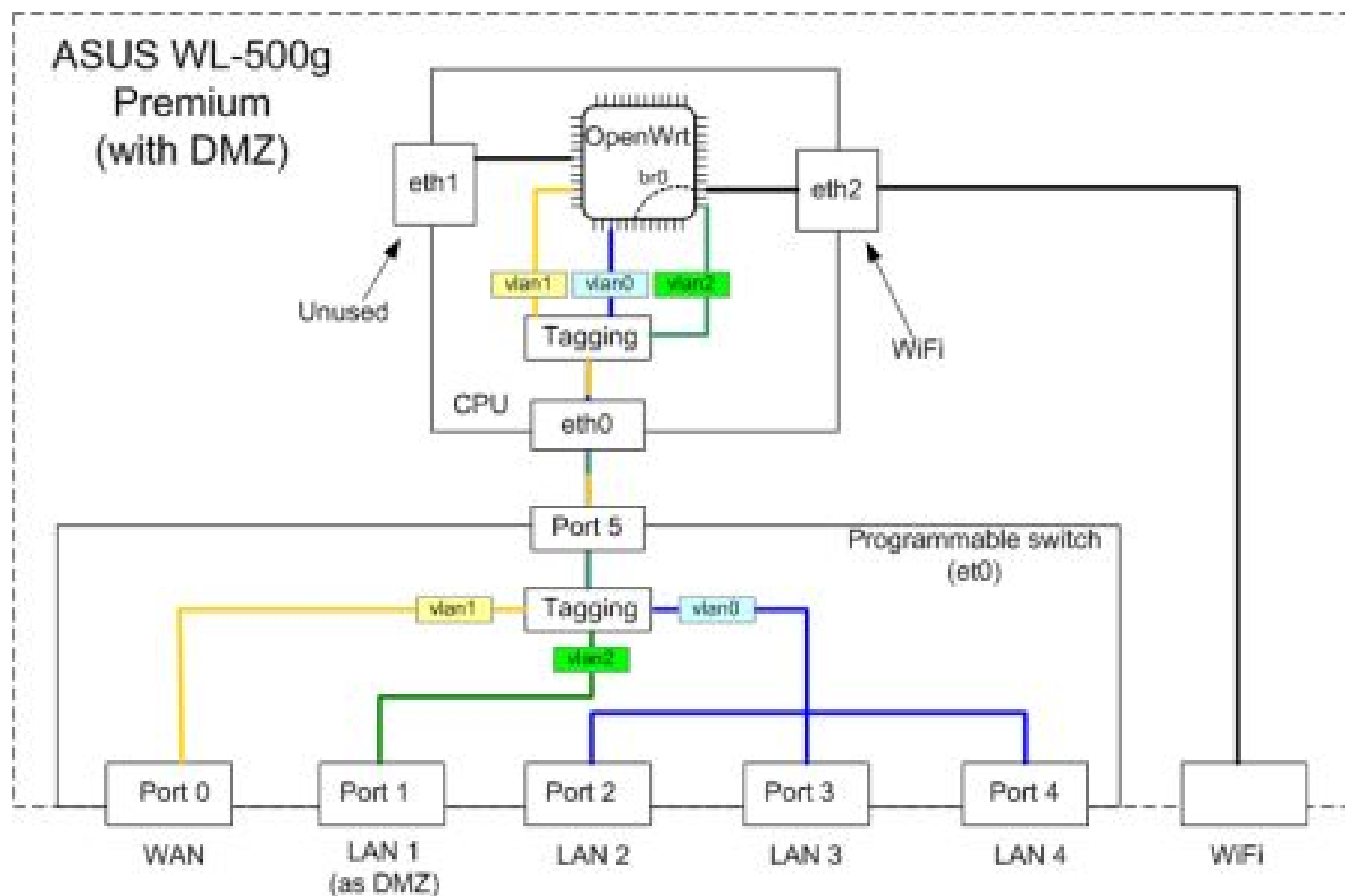


BME-TMIT



- vlan1: WAN
- vlan2: LAN
- Port 4 (= DMZ)

DMZ példa

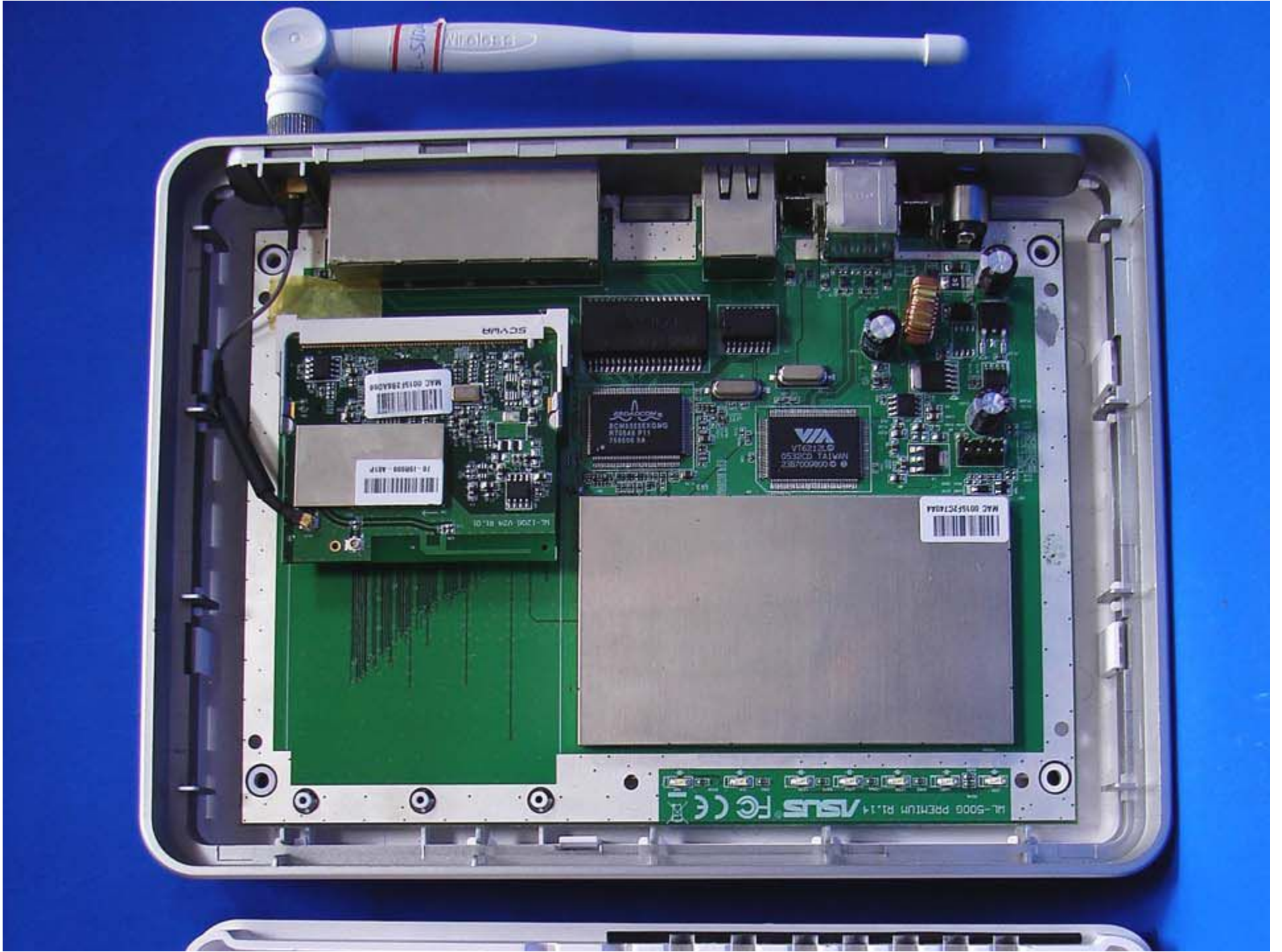


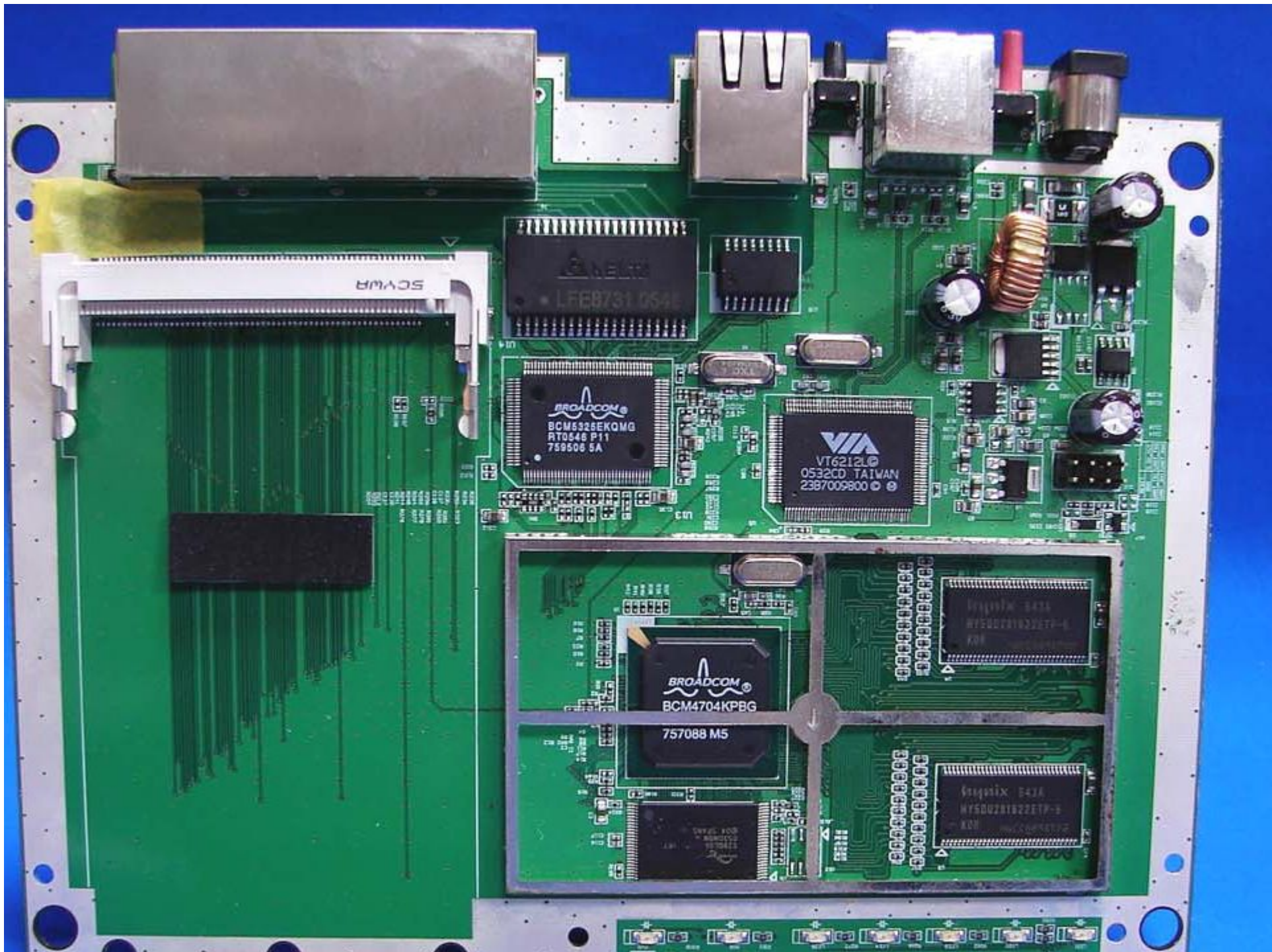
Irodalom



BME-TMIT

- http://www.xbitlabs.com/articles/networking/display/asus-wl500g-premium_6.html
- <http://nuwiki.openwrt.org/oldwiki/demilitarizedzonehowto>
- <http://wiki.openwrt.org/oldwiki/openwrtdocs/hardware/asus/wl500gp>







TP-LINK®
2050500098 REV:1.1

CE FCC

GFM01 2011
TP-LINK 28888

RTL8366RB
A1617A2
GA05B TAIWAN

MOC
G4812CG
0948

MOC
G4812CG
0948

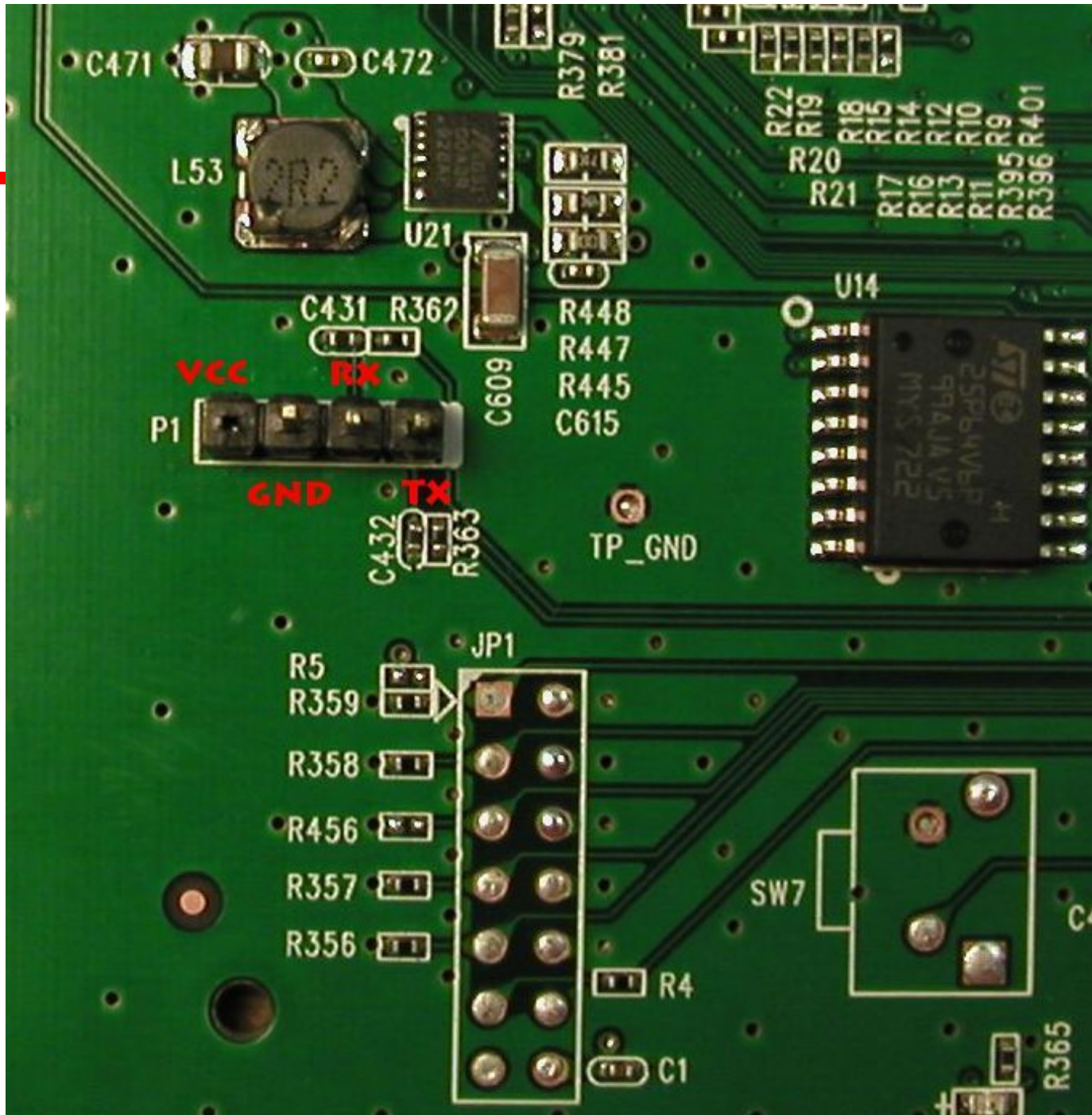
GROUP-TEK
HST4025B
1008

MODEL: TL-WR1043ND VER: 1.0
MO: 104610





BME-TMIT





Kérdések?

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!