

UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea in INGEGNERIA INFORMATICA E DELL'AUTOMAZIONE

IMPLEMENTAZIONE SU PIATTAFORMA MIKROTIK DI UN SERVER MYSQL

MYSQL SERVER IMPLEMENTATION ON A MIKROTIK DEVICE

Relatore: Prof.

Ennio Gambi

Tesi di Laurea di:

Gabriele De Bartolomeo

Correlatore: Prof.

Dott. Adelmo De Santis

A.A. 2019 / 2020

Indice

INTRODUZIONE	2
Passaggio da RouterOS a OpenWRT	3
Verifica dell'integrità hardware e software del dispositivo	3
Salvataggio della licenza RouterOS	5
Installazione di OpenWRT	8
Prima parte: test "live" della build del sistema operativo indicata per l'hardware specificaricamento in RAM del file <i>initramfs.elf</i>	ico tramite
Seconda parte: flash in memoria di massa dell'immagine di OpenWRT come SO perm	anente 14
INSTALLAZIONE E AVVIO DI WEBSERVER (uHTTPd) E INTERPRETE PHP (P	HP7) 17
Collegamento SSH con il router, connessione alla rete WAN e aggiornamento dell'elenco pacchetti d'installazione	o dei 17
Webserver: uHTTPd	23
Installazione e configurazione PHP per uHTTPd	25
Configurazione di MySQLi in PHP	27
MySQL/MariaDB	29
Installazione del server MySQL/MariaDB	30
Guida all'espasione della memoria interna e di RAM del dispositivo sfruttando la capacit periferica di archiviazione USB	à di una 32
Partizionamento e formattazione del supporto di archiviazione	32
Riconoscimento della periferica USB connessa al router	37
Mounting e abilitazione del file-system della periferica di archiviazione USB	38
Creazione cartelle dati MariaDB e modifica di my.cnf	43
Server MariaDB: inizializzazione e abilitazione in fase di boot di OpenWRT	45
Client MariaDB	45
Accesso al DBMS	49
DIFFICOLTÀ RISCONTRATE	50
PROCEDURA DI RIPRISTINO ROUTER IN SEGUITO AD AGGIORNAMENTO E FIRMWARE OpenWRT NON ANDATO A BUON FINE)I 51
CONCLUSIONI	57
APPROFONDIMENTO: Parametri essenziali di configurazione in my.cnf	58
Moduli di funzionamento allocati in memoria centrale da MariaDB	61
Performance_Schema	62
Inno_DB	63
RINGRAZIAMENTI	65
BIBLIOGRAFIA	66

INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi consiste nella realizzazione, con hardware Mikrotik, si potesse implementare un server web con annesso il servizio di gestione database MySQL/MariaDB, dopo il flashing del sistema operativo open source per apparati di rete "OpenWRT"^[1].

La prima parte del lavoro è consistita nel visionare la lista ufficiale dei dispositivi per i quali è stata realizzata una build di OpenWRT^[2] e, tra questi, sceglierne uno con specifiche tecniche minime tali da poter garantire efficacemente la funzionalità richiesta.

In merito alla scelta, si è optato per il router Mikrotik RB2011UiAS-2HnD-IN^[3].

La presente trattazione vuole dunque essere proposta come una guida all'implementazione di un sistema client-server MySQL/MariaDB all'interno del dispositivo citato, con la finalità di renderlo utilizzabile per un qualsiasi ambito applicativo che preveda la gestione di basi di dati.

(Nota: Inseriti all'interno del corpo del presente lavoro vi sono degli indici numerici di reindirizzamento alle fonti orginali, raggiungibili tramite la corrispondente voce nella sezione "<u>Bibliografia</u>")

Passaggio da RouterOS a OpenWRT

Verifica dell'integrità hardware e software del dispositivo

Come primo passo si è verificato che il dispositivo non presentasse difetti o malfunzionamenti hardware o software. A tal fine si è proceduto come segue:

- Si è creato un collegamento LAN point-to-point tra il router e un PC^[4], con IP di rete 192.168.88.0/24, quella di default per tutte le porte di questo specifico router.
 (Immagine 1.1 e Immagine 1.2)
- Si è poi digitato da un browser l'indirizzo predefinito delle interfacce ethernet del router, 192.168.88.1 per accedere alla Web-Console del sistema operativo originale del router, denominata "RouterOS"^[5]. (Immagine 1.3)



Immagine 1.1 – La rete point-to-point formata da router e PC



Immagine 1.2 - Il router segnala gli indirizzi impostati sulle proprie interfacce



Immagine 1.3 – Accesso alla Web Console di RouterOS da browser

Salvataggio della licenza RouterOS

Per poter in un secondo momento tornare a installare il SO proprietario di default Mikrotik ("RouterOS") da OpenWRT è necessario esportare il file contenente la chiave di licenza dello stesso, che ha estensione .key .

A questo scopo, Mikrotik mette a disposizione sul proprio portale di supporto online il software WinBox^[6]. Clickando sul link come da Immagine 2.1, si scaricherà il relativo file eseguibile .exe .

(←) → ℃ ô	③ ● https://	nikrotik.com/download				⊌ ☆	M/ (0 🔮 🗬	۵ 🕲	Ξ
	Mikro Tik		Home About	Buy Jobs	Hardware S	oftware Support	Training Account			Î
	Software		Downloads	Changelogs	Download archive	RouterOS The D	lude Mobile app			
	Upgrading Route	erOS								
	If you are already running Ro "Check For Updates" in Q	uterOS, upgrading to the latest v alckSet or System > Packages	version can be done b menu in WebFig or W	y clicking on /inBox.		a siles				
	See the documentation for m	ore information about upgrading	and release types.		el formati	The second				
1	to manage your router, use connect to your device, Dude	to monitor your network and Net	e maintenance utilities tinstall for recovery ar	d re-Installation	n.	ACCOUNTS OF A				
2	WinBox - The D WinBox 3.20 (64-bit)	ude - Netinstall -								
	WinBox 3.20 (32-bit)									
	RouterOS 🔯			-			0			
https://mt.lv/winbox64		6.44.5 (Long-term)	6.45.6	(Stable)	10	6.46beta55 (Testin	g)			~

Immagine 2.1 – Download del software WinBox

WinBox v3.19 (Addresses)	o ×
Connect To: 1122 168 881	Keep Password Open in New Window
Pesswint Add/Set Connect To RoMON Connect	2
Managed Neighborn	
T Set Master Password	Find al 🖲
0 Zems	-

Immagine 2.2 – Impostazione preliminare di WinBox per l'accesso alle impostazioni del router tramite pannello di controllo a interfaccia grafica

Una volta aperto WinBox e inserito le impostazioni come si può vedere nell'Immagine 2.2 (IP assegnato alla porta ETH1 del router, username *admin* e nessuna password), si aprirà una nuova finestra contenente la GUI per il controllo e la configurazione del router, dalla quale si potrà esportare il file .key in una locazione arbitrariamente scelta dall'utente all'interno del File-system del PC (Immagine 2.3 e 2.4).

admii Serrion	n@192.168.88.1 Settinor Dec	(MikroTik) - WinBox v6.43.7	on RB2011UIAS-2HnD (mipsbe)	_	ð	×
0 0	Safe Mode	Session: 192.168.88.1				
	Settings Date Safe Mode Lick Sct APpMAN Holes Holes Holes Holes PP Pieles Notes PP Pieles P Pieles P Pieles P Pieles P Pieles P Pieles P P Pieles P P Pieles P P Pieles P P P Pieles P P P P P P P P P P P P P P P P P P P	Auto Ubgrade Seesion [192:168.88.1] Auto Ubgrade Centicates Ook Console Disks Divens Health Heany Kentity LEDe Disks Divens Heath Heany Kentity LEDe Packages Password Ports Rebot Reset Configuration Resources Routeboard				
RouterOS WinB	lew WinBox	SNTP Client Scheduler Scripts Shutdown Special Login Users Watchdog				

Immagine 2.3 – WinBox e le opzioni da clickare per l'esportazione del file di licenza di RouterOS



Immagine 2.4 – Finestra di WinBox con le opzioni relative al file di licenza di RouterOS

Installazione di OpenWRT

<u>Prima parte: test "live" della build del sistema operativo indicata per l'hardware specifico</u> tramite caricamento in RAM del file *initramfs.elf*

OpenWRT permette di testare l'immagine del sistema operativo tramite apposita procedura e relativi file, caricandola nella RAM del dispositivo e senza che avvenga alcuna installazione sulla memoria di massa, lanciando così quella che viene definita un'istanza "live", con la possibilità di ritornare al SO correntemente installato nella memoria NAND-FLASH con un semplice reboot.

Si potrà così procedere alla verifica dell'integrità dell'immagine scaricata e dell'effettiva compatibilità del SO con l'hardware utilizzato prima di passare al flashing (scrittura su memoria di massa) definitivo.

Per la procedura di verifica della compatibilità bisogna innanzitutto scaricare sul PC un software che faccia da server virtuale con supporto ai protocolli DHCP^[7], BOOTP^[8] e TFTP^[9]. Nella presente trattazione si illustra la procedura seguita tramite il protocollo TFTP. Il software raccomandato nella guida d'installazione di OpenWRT^[10] è "Tiny PXE"^[11].

Nel file "config.ini" contenuto nella cartella che si ottiene dall'estrazione dell'archivio di Tiny PXE, deve essere presente il contenuto evidenziato nell'Immagine 3.1 per fare in modo che si possa utilizzare il protocollo DHCP e BOOTP utilizzando i parametri di default del router.



Immagine 3.1 - parametro DHCP nel file config.ini di Tiny PXE

Nota: TinyPXE ha il compito molteplice di:

- rendere il PC un server DHCP che offre un pool di indirizzi host pari a 192.168.1.1-192.168.1.254;
- utilizzare il protocollo TFTP per il trasferimento di file (in questo caso dapprima l'immagine temporanea initramfs di OpenWRT e poi quella che verrà installata effettivamente nella memoria flash in maniera permanente dopo la verifica della funzionalità del SO come accennato poc'anzi).

Così facendo, di fatto si implementa un boot del SO da un dispositivo remoto collegato in rete con il router (appartenente, in questo caso, alla stessa rete del router), ovvero si mette in atto la tecnica del "netbooting", con utilizzo del protocollo TFTP per il trasferimento dell'immagine temporanea del SO. A questo punto è consigliato^[12] scollegare il PC da qualsiasi rete (che sia LAN e/o WLAN) e collegare l'interfaccia ethernet1 (tipicamente sia porta WAN sia CONSOLE) del router con quella del PC, con indirizzo IP di quest'ultima settato a 192.168.1.10/24.

	analone				
$ ightarrow ~ \uparrow 😟 > Pannello d$	i controllo 🦻 Rete e Internet	> Centro connessioni di rete e condivisione			🗸 🖸 Cerca n
Pagina iniziale Pannello di controllo	Visualizzare le info Visualizza reti attive	rmazioni di base sulla rete e configu	rare le connessioni		
Modifica impostazioni scheda					
Modifica impostazioni di condivisione avanzate	Rete non identificat Rete pubblica	a Tipo di acces Connessioni	iso: Neccup accesso al	lla rete	
Opzioni streaming multimediale	Modifica impostazioni d	rete			
	Configura nuc	va connessione o rete			
	Configurare un punto di acces	na connessione a banda larga, remota o VPN op so.	opure configurare un route	er o un	
	Risoluzione pr	oblemi			
	Eseguire la dia risoluzione dei	gnosi e la correzione di problemi di rete oppure problemi.	ottenere informazioni per	rla	
		F			
Vedere anche					
Vedere anche Opzioni Internet					
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall					
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall					
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall					
/edere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet	×	🗑 Proprietà - Ethernet	×	Proprietà - Protocollo internet ves	rsione 4 (TCP/IPv4)
/edere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale	×	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione	×	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale	rsione 4 (TCP/IPv4)
/edere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale	×	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramte:	×	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possibile ottenere l'assegnazione	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica delle impostazioni ID
/edere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale messione Connettività IPv4:	X	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller	×	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possibile ottenere l'assegnazione rete supporta tale caratteristica. J richiedere al famministratore di reh	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti In caso contrario, sarà necessara e i e innostazioni Te corette.
/edere anche Dpzioni Internet Vindows Defender Firewall itato di Ethernet erale messione Connettività IPv4: Connettività IPv4:	Nessun accesso alla rete	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller		Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possibile ottenere l'assegnazion rete supporta tale caratteristica. I richiedere all'amministratore di retu	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni I In caso contrario, sarà necessari e le impostazioni IP corrette.
/edere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall itato di Ethernet erale messione Connettività IPv4: Connettività IPv4: Stato supporto:	X Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tranite: Reatek PCIe GBE Family Controller	Canfigura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnation rete supporta tale carattensica. I richedere all'amministratore di ret Ottieni automaticamente un i	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica delle impostazioni I in caso contrario, sarà necessari e le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4
/edere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall stato di Ethernet erale mnessione Connettività IPv4: Connettività IPv4: Stato supporto: Durata:	X Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tranite: Retek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti:	Configure	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnation rete supporta tale caratteristica. I richiedere all'amministratore di ret Ottieni automaticamente un Ottieni automaticamente un Utilizza i seguente indritzo D	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni I In caso contrario, sarà necessari e le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P;
/edere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall itato di Ethernet erale nnessione Connettività IPv4: Connettività IPv6: Stato supporto: Durata: Velocità:	X Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Cue connessione utilizza gli elementi seguenti: Cue condivisione file estampanti per reti Microsoft Cue condivisione file estampanti per reti Microsoft	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete supporta la caratteristica. I richiedere all'amministratore di ret Ottieni automaticamente un i © Uttieni automaticamente un i Indirizzo IP:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni II In caso contrario, sarà necessar e le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: 192 , 168 , 1 , 10
/edere anche Dpzioni Internet Vindows Defender Firewall itato di Ethernet erale Connettività IPv4: Connettività IPv4: Stato supporto: Durata: Velootà: Dettagl	Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Ablitato Ablitato 00:21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Conneti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Cue connessione utilizza gli elementi seguenti seguenti: Cue connessione utiliza gli elem	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete support alle caratteristica. I richiedere all'amministratore di reti Ottieni automaticamente un i Indirizzo II Indirizzo IIP: Subnet mask:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti ncaso contrario, sarà necessari e le impostazioni IP corrette. indirizzo IP 4 P: 192. 168. 1 . 10 255. 255. 255. 0
Vedere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall itato di Ethernet erale connettività IPv4: Connettività IPv4: Stato supporto: Durata: Velootà: Dettagl	Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Ablitato Ablitato 00:21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Conneti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Me Condivisione file e stanpanti per reti Microsoft Me VitualBox NDIS6 Bridged Networking I Me Condivisione file ostinazione accested IOS6	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete supporta la caratteristica. I richiedere all'amministratore di reti Ottieni automaticamente un i Indirizzo II Indirizzo IIP: Subnet mask: Gateway predefinito:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti in caso contrario, sarà necessari e le impostazioni IP corrette. indirizzo IP 4 P: 192. 168. 1 . 10 255. 255. 255. 0
Vedere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale mnessione Connettività IPv4: Connettività IPv5: Stato supporto: Durata: Veloctà: Dettagl	Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato Obj21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Connetil tramite: Reatek PCle GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Gene per reti Microsoft Gene per reti M	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete support alle caratteristica. I nichiedere all'amministratore di retu Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un Utilizza il seguente indirizzo II Indirizzo IP: Subnet mask: Gateway predefinito:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti In caso contrario, sarà necessari e impostazioni Perette. indrizzo IP 4 P; 192 . 168 . 1 . 10 255 . 255 . 255 . 0
Vedere anche Dpzioni Internet Mindows Defender Firewall Stato di Ethernet erale mnessione Connettività IPv4: Connettività IPv6: Stato supporto: Durata: Velocità: Dettagl	X Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Ablitato 00:21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Connetti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Condvisione file e stampanti per reti Microsoft Condvisione file e stampanti per reti Microsoft Condvisione file Bridgel Networking I Conductor and the stampanti per reti Microsoft Conductor file e stampanti per reti Microsoft Director per protocolo LLDP Microsoft Director protocolo LLDP Microsoft	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazione rete supporta tale caratteristica. I richiedere all'amministratore di retu Otteni automaticamente un i Ottiani automaticamente un i Ottiani automaticamente un i Indrizzo IP: Subnet mask: Gateway predefinito: Ottiani indrizzo server DNS a	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti In caso contrario, sarà necessari le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: <u>192, 168, 1, 10</u> <u>255, 255, 255, 0</u> <u>, , , , , , , , , , , , , , , , , , , </u>
Vedere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale Connettività IPv4: Connettività IPv4: Stato supporto: Durata: Velocità: Dettagi	X Nessun accesso alla rete Ablitato 00:21:06 100.0 Mbps	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetil tranite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Seatek NDI56 Bridged Networking IS Condivisione file e stampanti per reti Mic We Condivisione file e stampanti per reti Mic We Condivisione file e stampanti per reti Mic We Protocollo Internet vensione a (TCP/IP) Protocollo Internet vensione 4 (TCP/IP) Diver protocollo LLDP Microsoft C	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possibile ottenere l'assegnation richiedere all'amministratore di reti Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Utilizza i seguente indirizza II Indirizza IP: Subnet mask: Gateway predefinito: Ottieni indirizzo server DNS a @ Utilizza i seguenti indirizzi ser	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni I n caso contrario, sarà necessari e le inpostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: 192. 168. 1 . 10 255. 255. 255. 0 automaticamente ver DNS:
Vedere anche Dpzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale mmessione Connettività IPv4: Connettività IPv4: Connettività IPv6: Stato supporto: Durata: Veloctà: Dettagl tività Inviati	Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps Ricevuti 602.672	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramte: Reatek PCle GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Protocollo Internet vensione 4 (TCP/IPV Protocollo ILDP Microsoft Internet vensione 4 (TCP/IPV Protocollo ILDP	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possibile ottenere l'assegnazion rete supporta tale carattenistica. I richiedere all'amministratore di reti Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Submet mask: Gateway predefinito: Ottieni indrizzo server DNS a Ottieni indrizzo server DNS a Server DNS preferito:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica delle impostazioni Ti In caso contrario, sarà necessari le impostazioni IP corrette: indrizzo IP 4 P: 192, 168, 1, 10 255, 255, 255, 0 , automaticamente ver DNS:
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale cometsione Cometsività IPv4: Cometsività IPv4: Cometsività IPv4: Stato supporto: Durata: Velocità: Dettagl tività Inviati — Inviati — Inviati —	Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps Ricevuti 602.673	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramite: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Protocollo Internet vensione 4 (TCP/P) Pr	Configure	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnation rete supporta tale carattenistica. I richedere all'ammistratore di reti Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Submet mask: Gateway predefinito: Ottieni indrizzo server DNS a Ottieni indrizzo server DNS a Server DNS preferito: Server DNS alternativo:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica delle impostazioni II in caso contrario, sarà necessari le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: 192, 168, 1, 10 255, 255, 255, 0 , , , automaticamente ver DNS:
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale connetsione Connettività IPv4: Connettività IPv6: Stato supporto: Durata: Veloctà: Dettagl tività Inviati — Byte: 2 4.135.374	X Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps Ricevuti 602.673	Proprietà - Ethernet Rete Connetti tramite Connetti tramite Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione ufilizza gli elementi seguenti: Condivisione file e stampanti per neti Microsoft Condivisione file e stampanti per le WAN on Commiccatione ret informanceses	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete supporta tale caratteristica. I nichiedere all'amministratore di reti Ottieni autoneticamente un Ottieni autoneticamente un Utilizza i seguente indirizzo II Indirizzo IP: Subnet mask: Gateway predefinito: Ottieni indirizzo server DNS a @ Utilizza i seguenti indirizzi ser Server DNS preferito: Server DNS alternativo:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni II In caso contrario, sarà necessari e impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: 192 . 168 . 1 . 10 255 . 255 . 255 . 0 automaticamente ver DNS:
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall Stato di Ethernet erale connettività IPv4: Comettività IPv6: Stato supporto: Durato: Veloctà: Dettagl tività Inviati — Byte: 2 4.135.374 ©Proprietà	X Nessun accesso alla rete Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps Ricevuti 602.673 Seegui diagnosi 7	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Connetti tramte: Reatek PCIe GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Condivisione file estampanti per neti Mi Protocollo tramtere versione 4 (Trapper Pi Protocollo tramtere versione 4 (Trapper Pi Protocollo tramtere versione 4 (Trapper Pi Protocollo tramtere versione 4 (Trapper Pi Diver protocollo LDP Microsoft Instala. Disristala Descrizione TCP/IP. Protocollo predefinito per le WAN ch comunicazione tra diverse reti interconnesse.	Configura Crosoft Driver 4033 Proprietà e permette la	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazion rete support alle caratteristica. I richiedere all'amministratore di reti Ottieni automaticamente un li Ottieni indirizzo server DNS Gateway predefinito: Ottieni indirizzo server DNS server DNS alternativo: Server DNS alternativo:	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni II in caso contrario, sarà necessari le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: 192 . 168 . 1 . 10 255 . 255 . 255 . 0 automaticamente ver DNS:
Vedere anche Opzioni Internet Windows Defender Firewall istato di Ethernet erale messione Connettività IPv4: Connettività IPv6: Stato supporto: Durata: Veloctà: Dettagl tività Inviati — Byte: 2 4.135.374	X Nessun accesso alla rete Abilitato 00:21:06 100.0 Mbps Ricevuti 602:673 Esegui diagnosi 7	Proprietà - Ethernet Rete Condivisione Conneti tramite: Reatek PCle GBE Family Controller La connessione utilizza gli elementi seguenti: Me Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Me Condivisione file e stampanti per reti Microsoft Me VitualBox NDIS6 Bridged Networking J Me Protocollo Internet versione 4 (TCP/IP) Protocollo predelinto per le WAN ch comunicazione tra diverse reti interconnesse.	Configura	Proprietà - Protocollo Internet ver Generale È possible ottenere l'assegnazione rete supporta tale caratteristica. I richiedere all'amministratore di retu Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Ottieni automaticamente un i Indrizzo IP: Subnet mask: Gateway predefinito: Ottieni indrizzo server DNS a Ottieni indrizzo server DNS a Ottieni indrizzo server DNS a Server DNS preferito: Server DNS alternativo: Convalida impostazioni all'usc	rsione 4 (TCP/IPv4) e automatica dele impostazioni Ti in caso contrario, sarà necessari le impostazioni IP corrette. indrizzo IP 4 P: <u>192, 168, 1, 10</u> <u>255, 255, 255, 0</u> <u>5, 255, 255, 0</u> utomaticamente ver DNS: <u>5, 4</u> ota 5 Avanza

Immagine 3.2 – Impostare un indirizzo IP statico su un'interfaccia di rete in Windows 10

Fatto questo, avviare TinyPXE il quale, avendo scollegato/disattivato tutte le connessioni su PC, eccetto quella con il router, apparirà come nell'Immagine 3.3.

Da notare è l'indirizzo indicato nella prima riga del form di configurazione al di sotto della finestra di log, che è pari a quello impostato per l'interfaccia ethernet del PC secondo quanto indicato in precedenza).

Una volta verificato che tutti i parametri di configurazione corrispondano a quelli illustrati nell'Immagine 3.3, si potrà procedere al caricamento del file *initramfs.elf*.

			- capit				
🗆 BINL 🗖 ProxyDhop 🔽 HTTPd 🥅 D	NSd 🗆 SMB <u>About</u> Or	line Offine	Cerca in:	OpenWR	T _	• 🖬 🍅 🖬 •	
130842 Ctil Keys: R Refresh interfaces, 0 <i>A</i> 130842 4 adapters found, 0.0.0.0 is the bes 130842 bading config 13.0842 HTTPd enabled 13.0842 TFTPd enabled	F Online/Offline, I Display current cor t interface	fig filename 🔨	Accesso rapido	Nome	^ -18.06.4-ar71xx-mikrotik-nand-lar -18.06.4-ar71xx-mikrotik-vmlinux-	ge-squashfs-sysupgrade.bii initramfs-lzma.elf	Ultim n 26/09 26/09
Option 54 (DHCP Server) *	192.168.1.10	▼ 🔽 Bind IP					
IP Pool start / size *	192 . 168 . 1 . 1	1 10	Raccolte				
Next-Server	192 . 168 . 1 . 1	0					
Option 51 (Lease time in secs) *	3600	_	Questo PC				
Option 1 (Subnet Mask)	255 . 255 . 255 .	0					
Option 3 (Router)	0.0.0.	0	Rete				
Option 6 (DNS Server)	0.0.0.	0		<			1
Option 28 (Broadcast)	192 . 168 . 1 . 2	55		Nome file :	anapust 19 06 4 ar71vv mikratik	umio uz initranfe Jama 💌	Anri
Option 15 (DNS Domain Name)				The file.			Annulla
Boot File		1		Tipo file:		<u> </u>	Annula
Filename							
Filename if user-class=gPXE or iPXE	menu.ipxe	•					

Immagine 3.3 – Apertura di TinyPXE e scelta del file *initramfs.elf* di OpenWRT per il netbooting dell'immagine temporanea da caricare in RAM del nuovo sistema Operativo.

Sarà quindi possibile passare alla fase di netbooting per mezzo di un'apposita procedura tramite combinazione di tasti fisici direttamente sul router.

La procedura consiste, mantenendo la connessione cablata tra router e PC, in:

- staccare l'alimentazione del router;
- tenere premuto il pulsante Reset situato sul lato posteriore del router e ridare alimentazione al router, senza mai rilasciare il pulsante Reset;
- continuare a premere il pulsante Reset finché non si vede, nel log di TinyPXE, un insieme di messaggi che indicano lo scambio di messaggi DHCP tra PC e router, come appare nell'Immagine 3.4.

				-	- 22		^
BINL ProxyDhcp 🔽 HTTPd 🗖 DM	NSA 🗖 SMB 🔤	Abou	ıt	Di	nline	0f	fline
14:26:19 DHCPd:DISCOVER received, MAC: 14:26:19 DHCPd:DISCOVER received, MAC: 14:26:19 DHCPd:DISCOVER received, MAC: 14:26:19 DHCPd:DISCOVER received, MAC: 14:26:19 DHCPd:DFER sent, IP:192.168.1.1 14:26:19 DHCPd:REQUEST received, MAC: 14:26:34 DHCPd:REQUEST received, MAC: 14:26:34 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.12,	74-4D-28-22-BA-4 11, XID:3CD78C19 74-4D-28-22-BA-4 12, XID:3CD78C19 74-4D-28-22-BA-46 XID:3CD78C19 74-4D-28-22-BA-46 XID:3CD78C19	16, XID 9 16, XID 9 6, XID: 6, XID:	:3CD7 :3CD7 3CD7 3CD7	78C1: 78C1: 8C19 8C19	9 9 1		•
Option 54 (DHCP Server) *	192.168.1.10				-	🔽 Bi	nd IP
IP Pool start / size *	192 . 16	8.	1	28	11	10	
Next-Server	192 . 16	8.	1	28	10		
Option 51 (Lease time in secs) *	3600				_		
Option 1 (Subnet Mask)	255 . 25	5.	255	28	0		
Option 3 (Router)	0.0	1.12	0	48	0		
Option 6 (DNS Server)	0.0	1.12	0	28	0		
Option 28 (Broadcast)	192 . 16	8.	1	. 2	55		
Option 15 (DNS Domain Name)				_			
Boot File	-						
Filename	openwrt-18.06.	.4-ar71	xx-mil	krotik	-vmlin		
□ Filename if user-class=gPXE or iPXE							
More V							
T DVEC 10000							
Inv PXE Server - 1.0.0.23				1000			×
BINL ProxyDhcp V HTTPd D	NSd 🗆 SMB _	Abou	ıt		nline	Of	X fline
BINU ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21.2 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4	NSd ☐ SMB 74-4D-28-22-BA-45 ×ID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr	Abou 5, XID: mlinux- mlinux- mlinux- mlinux-	it 9E12: initrar initrar initrar	 3E 3D nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr	nline ma.elf (ma.elf (ma.elf (ma.elf (Df B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T	<pre> fline fline .:0 .:0 .:0 .:0 .:0 .:0 .:0 .:0 .:0 .:0</pre>
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21,2 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) *	NSd □ SMB _ 74-4D-28-22-BA-45 ×ID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr	Abou 5, XID: mlinux mlinux mlinux	it 9E12: -initran -initran -initran	3E 3D nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr	nline ma.elf (ma.elf (ma.elf (ma.elf (0f B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T	<pre> fline fline .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0</pre>
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProwyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:B00TP REQUEST 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21,1 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 19 Pool start / size *	NSd	Abou 5, XID: mlinux- mlinux- mlinux- mlinux-	ut 9E12: -initran -initran -initran -initran	3E 3D nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr	ma.elf (ma.elf (ma.elf (ma.elf (ma.elf (ma.elf (0 Of B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T D B:10	<pre> fline fline</pre>
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21,2 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server	NSd ☐ SMB 74-4D-28-22-BA-45 ×ID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-192.168.1.10 192.16	Abou 5, XID: mlinux- mlinux- mlinux- mlinux- i8 .	it 9E12: -initrar -initrar -initrar 1 1		nline ma.elf (ma.elf (ma.elf (11	B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T	× fline :0 :0 :0 :0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST 14:27:33 DHCPd:REQUEST 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 Option 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server Option 51 (Lease time in secs) *	NSd	Abou 5, XID: mlinux- mlinux- mlinux- i8	ıt 9E12 initrar initrar initrar 1 1		ma.elf I ma.elf I ma.elf I ma.elf I 11	0 Of B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T ⊡ Bit 10	× fline :0 :0 :0 :0 :0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21,2 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 Option 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server Option 51 (Lease time in secs) * Option 1 (Subnet Mask)	NSd ☐ SMB	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 8	ıt 9E12: initrar initrar 1 1 255		ma.elf f ma.elf f ma.elf f ma.elf 1 11 10 0	B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T B:512 T I I I I I I I	× fline :0 :0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0 .0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST 14:27:33 DHCPd:REQUEST 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 Option 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server Option 51 (Lease time in secs) * Option 1 (Subnet Mask) Option 3 (Router)	NSd	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 8 . 8 . 8 .	ut 9E12: initrar initrar 1 1 255 0	3E 3D nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr	nline ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0	0 of B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T F B:512 T F B: 10	× fline :0 :0 :0 :0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21,1 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 Option 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server Option 51 (Lease time in secs) * Option 1 (Subnet Mask) Option 3 (Router) Option 6 (DNS Server)	NSd	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 8 . 8 .	it 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0	nfs-Izr nfs-Izr nfs-Izr	ma.elf f ma.elf f ma.elf 1 11 10 0 0	B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T D:512 T D: Bin 10	X fline :0 :0 :0 :0 :0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:B00TP REQUEST 14:27:33 DHCPd:B00TP REQUEST 14:27:33 DHCPd:B00TP REQUEST 14:27:33 DHCPd:B00TP REQUEST 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server 0ption 51 (Lease time in secs) * 0ption 1 (Subnet Mask) 0ption 3 (Router) 0ption 6 (DNS Server) 0ption 28 (Broadcast)	NSd SMB 74-4D-28-22-BA-45 XID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vi I-ar71xx-mik	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 10. 10. 10. 10. 10. 10. 10. 10. 10. 10.	it 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0 1		nline ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0 0 555	0f B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T ▼ Bit 10	× fline :0 :0 :0
Inny PAE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21, 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21, 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server 0ption 51 (Lease time in secs) * 0ption 3 (Router) 0ption 6 (DNS Server) 0ption 28 (Broadcast) 0ption 15 (DNS Domain Name)	NSd	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 8 . 8 .	t 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0 1	3E 3D nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr nfs-lzr	nline ma.elf I ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0 0 555	B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T I▼ Bir 10	X fline :0 :0 :0 md IP
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server 0ption 51 (Lease time in secs) * 0ption 1 (Subnet Mask) 0ption 3 (Router) 0ption 28 (Broadcast) 0ption 15 (DNS Domain Name) Boot File	NSd SMB 74-4D-28-22-BA-45 XID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vi I-ar71xx-mikrotik-vi I-ar71xx-mikrotik-vi I192.168.1.10 192.168.1.10 192.16 3600 255.25 0.0 0.0 192.16	Abou 5, XID: mlinux: m	tt 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0 1		nline ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0 0 555	0f B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T ▼ Bit 10	X fline :0 :0 :0 :0
Inny PAE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhcp ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:ACK sent, IP:192.168.1.21, 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server 0ption 51 (Lease time in secs) * 0ption 1 (Subnet Mask) 0ption 3 (Router) 0ption 28 (Broadcast) 0ption 15 (DNS Domain Name) Boot File Filename	NSd SMB 74-4D-28-22-BA-45 ×ID:9E123E3D I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I-ar71xx-mikrotik-vr I192.168.1.10 192 . 16 3600 255 . 25 0 . 0 0 . 0 192 . 16	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 8 . 8 . 1 . 1 . 8 . 1 . 8 . 9 . 9 . 9 . 9 . 9 . 9 .	t 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0 1 1 xx-mil	3E 3D nfs-lzr	nline ma.elf I ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0 0 55 -vmlin	B:1452 B:512 T B:512 T B:512 T ▼ Bir 10	× fline :0 :0 :0 :0
Inny PXE Server - 1.0.0.23 BINL ProxyDhop ✓ HTTPd Dt 14:27:33 DHCPd:REQUEST received, MAC:7 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:BOOTP REQUEST 14:27:33 DHCPd:Pd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 10 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 14:27:34 TFTPd:DoReadFile:openwrt-18.06.4 0ption 54 (DHCP Server) * IP Pool start / size * Next-Server 0ption 51 (Lease time in secs) * 0ption 1 (Subnet Mask) 0ption 3 (Router) 0ption 6 (DNS Server) 0ption 15 (DNS Domain Name) Boot File Filename Filename if user-class=gPXE or iPXE	NSd SMB 74-4D-28-22-BA-45 XID:9E123E3D I-ar71 xx-mikrotik-vi I-ar71 xx-mikrotik-vi I-ar7	Abou 5, XID: mlinux: mlinux: mlinux: 10	tt 9E12: initrar initrar initrar 1 1 255 0 0 1 1		nline ma.elf I ma.elf I 11 10 0 0 0 555	Gringer Control Contr	× fline :0 :0 :0 :0

Immagine 3.4 – Scambio di messaggi DHCP tra il router e TinyPXE

- In corrispondenza della seconda schermata dell'Immagine 3.4, in cui si vedono le righe che iniziano con "DoReadFile", sul display LCD del router appare una scritta riportante "ether boot", a indicare che il router è stato forzato con successo all'avvio dalla rete a cui è collegato, ossia che il sistema è in attesa dell'avvio del netbooting (Immagine 3.5)



Immagine 3.5 – Display LCD del router riportante la scritta "ether boot", a indicare che il sistema è in attesa del netbooting

- Per finalizzare il netbooting tenere premuto il pulsante Reset del router finché questo non emette un breve segnale acustico (del tutto uguale a quello che si sente quando si avvia il dispositivo con RouterOS), a conferma che l'immagine *initramfs.elf* è stata correttamente caricata nella RAM del dispositivo e che l'avvio di OpenWRT come SO non permanente è avvenuto con successo.
- Dopo aver verificato la compatibilità di OpenWRT con il dispositivo, per installare quest'ultimo in maniera definitiva si dovrà cambiare l'interfaccia ethernet del router, non utilizzando più quindi la ethernet1, ma un'altra qualsiasi tra quelle comprese dalla 2 alla 9.

OpenWrt - LuCl	× +						277	Ø	×
(←) → 健 @	① 🔏 192.168.1.1, g-bin/luci/				lif/	•	۲	0	≡
	OpenWrt								^ ·
	No password set! There is no password set on this router. Please configure a root password to protect the web interface and enable SS	H Go to	pase	sword configuration					
	Authorization Required Please enter your username and password Username root 2 Password			3					
				Login Reset					
	Powered by LuCl openwrt-18.06 branch (git-19.170.32094-4d6d8bc) / OpenWrt 18.06 4 r7808-ef686b7292								

Immagine 3.6 – Schermata della form di login di OpenWRT in netbooting

Seconda parte: flash in memoria di massa dell'immagine di OpenWRT come SO permanente

Dopo essersi connessi tramite un browser da PC all'indirizzo assegnato automaticamente da TinyPXE all'interfaccia ether1 del router, <u>http://192.168.1.1</u>, e aver eseguito l'accesso al pannello di configurazione di OpenWRT ("OpenWRT LuCI WebUI") come indicato nell'Immagine 3.6 di cui sopra, per poter installare in maniera definitiva il nuovo SO, bisogna selezionare il relativo file *sysupgrade.bin* seguendo quanto illustrato nell'Immagine 3.7.



Immagine 3.7 – Selezione dell'immagine sysupgrade.bin per il flash permanente di OpenWRT



Immagine 3.8 – Flashing permanente del sistema

Se tutto è andato a buon fine, dopo aver visualizzato le schermate da browser come nell'Immagine 3.8, il router si riavvierà caricando dapprima il kernel, che rimarrà l'originale Mikrotik, con ora installato il SO OpenWRT in maniera permanente. Nello specifico, dopo aver percepito il segnale acustico di avvio in seguito al flash dell'immagine di OpenWRT, sul display LCD del router dovranno essere visualizzate, in sequenza, la scritta "routerboot" e "starting kernel", la quale rimarrà costantemente per tutta la durata di funzionameno del router.

Nota: si può ricaricare la pagina di LuCI (all'indirizzo http://192.168.1.1) e continuare a utilizzare OpenWRT immediatamente dopo il flash definitivo dell'immagine del SO, senza necessità di ulteriori azioni.

INSTALLAZIONE E AVVIO DI WEBSERVER (uHTTPd) E INTERPRETE PHP (PHP7)

Lo stack standard raccomandato dagli sviluppatori di OpenWRT per l'implementazione di servizi web sui dispositivi supportati è "LAMP"^[13], di cui se ne mostra di seguito l'installazione, nello specifico di uHTTPd come webserver, l'interprete PHP7 come interprete di scripting e, nel successivo capitolo, di MySQL/MariaDB come DBMS. Segue la procedura d'installazione.

Collegamento SSH con il router, connessione alla rete WAN e aggiornamento dell'elenco dei pacchetti d'installazione

Una volta connessi in SSH via ethernet con il router (operazione per la quale si raccomanda l'utilizzo del software "PuTTY"^[14]) come da Immagine 4.1 e 4.2, si deve cominciare con l'update dell'elenco dei pacchetti d'installazione disponibili dalle repositories di OpenWRT.

Session	Basic options for your PuT	TY session
Logging Terminal Keyboard	Specify the destination you want to o Host <u>N</u> ame (or IP address) 192.168.1.1	connect to Port 22
Features	Connection type: O Raw O Telnet O Rlogin @	
Appearance Behaviour Translation Selection Colours	Load, save or delete a stored session Saved Sessions	n
	192.168.137.1	Load
Data	192.168.137.137 192.168.137.180	Sa <u>v</u> e
Telnet Rlogin	Huawei RASPBERRY	<u>D</u> elete
in SSH Serial	Close window on e <u>xi</u> t:	y on clean exit

Immagine 4.1 – Parametri per la connessione in SSH al router tramite il software PuTTY



Immagine 4.2 – Schermata di conferma per la verifica del fingerprint del router e accesso alla console di OpenWRT con l'utente predefinito "root"

Assicurarsi di connettere il router a internet tramite wireless o, tramite altra porta ethernet, a un punto di accesso cablato.

Per la procedura di connessione a una rete wireless dalla WebUI di OpenWRT, seguire le Immagini 4.3, 4.4, 4.5:

	OpenWrt	otatus - O		WOIK *		11		
			In	terfaces				
	No passwo	ord set!	W	/ireless				
	There is no pa	issword set on t	his router. S	witch		sv	vord to pi	
			D	HCP and	DNS			
			н	ostnames				
	radio0: Maste	r "OpenWrt"	St	tatic Rout				
			Fi	rewall				
			D	iagnostic	z			
penWrt	Status - System - No	etwork + Logout				_	AUTOF	REFRES
penWrt No passw There is no p	Status • System • No vord set! bassword set on this router. Ple	etwork ∽ Logout ase configure a root pass	word to protect the web	interface and	enable SSH	Go to pass	AUTO F	tion
penWrt No passw There is no p radio0: Mast	Status • System • No vord set! bassword set on this router. Ple er "OpenWrt"	etwork - Logout	word to protect the web	interface and	enable SSH	Go to passi	Autor	tion
DenWrt No passw Fhere is no p radio0: Mast	Status • System • No vord set! bassword set on this router. Ple er "OpenWrt" s Overview	etwork - Logout	word to protect the web	interface and	enable SSH	Go to passa	Autor	tion
DenWrt No passw Fhere is no p adio0: Mast /ireles () radi	Status • System • No rord set! bassword set on this router. Ple er "OpenWrt" S OVERVIEW o0 Generic MAC80 Channel: ? (? GHz	atwork - Logout ase configure a root pass 20211 802.11bgn) Bitrate: ? Mbit/s	word to protect the web	interface and Rest	enable SSH	Go to passo Scan	word configurat	tion
DenWrt No passw There is no p radio0: Mast /ireles: @ radi	Status • System • No rord set!	etwork - Logout ase configure a root pass 2211 802.11bgn) Bitrate: ? Mbit/s ode: Master	word to protect the web	interface and Rest	enable SSH art	Go to passv Scan Edit	word configurat	tion
penWrt No passw There is no p radio0: Mast /ireless @ radi @ 0% .ssocia	Status • System • No rord set! bassword set on this router. Ple er "OpenWrt" S OVErVIEW 00 Generic MAC80 Channel: ? (? GHz 6 SSID: OpenWrt M Wireless is disabled sted Stations	atwork - Logout ase configure a root pass 2211 802.11bgn) Bitrate: ? Mbit/s ode: Master	word to protect the web	interface and Rest	anable SSH	Go to passu Scan Edit	word configurat	tion

Immagine 4.3 – Connessione a rete Wireless dalla WebUI di OpenWRT (scansione reti)

penWrt Status - Sy:	tem ≁ Network ≁ Logout	AUTO REFRESH
No password set! There is no password set on thi	a router. Please configure a root password to protect the web interface and enable SS	SH.
		Go to password configuration
oin Network: Wi	reless Scan	
Signal SSID	Channel Mode BSSID Encrypt	lon
(<u> </u>		
(1 779) TULOTAST		Join Network
()		
COLDITION COLDITION		Sources and Sources
DpenWrt Status - S No password set! There is no password set on t	stem • Network • Logout is router. Please configure a root password to protect the web interface and enable S	SH.
		Go to password configuration
Ioining Network Replace wireless configuration	 nome rete wireless One control of the co	
WPA passphrase	password rete wireless	
Nama afilia any ask and	jopenis della rate	
rearrie of the new network	The allowed characters are: A-Z, a-z, 0-9 and _	
Create / Assign firewall-zone	wan: wan: 📰 wan6: 📰 🔹 schemi firewall del router Mikrotik appl	licati
	Choose the firewall zone you want to assign to this interface. Select unspecified zone or fill out the create field to define a new zone and attach the interface to it	to remove the interface from the associa

Immagine 4.4 – Connessione a rete Wireless dalla WebUI di OpenWRT (configurazione rete)

Alla schermata mostrata nell'Immagine 4.4 seguirà un'ulteriore pagina di riepilogo che riporta anche alla finestra di configurazione avanzata, utile in particolare per poter selezionare lo standard wireless (per nazione) per cui il punto di accesso wireless cui ci si connetterà è configurato. Il router Mikrotik deve essere configurato come "Client" (combo box "Mode" della scheda "General Setup" sotto la form "Interface Configuration". Si vedano le schermate delle opzioni avanzate dell'Immagine 4.5).

Andrea Annella		and remain cogoar	
Device Config	guration		
General Setup	Advanced	Settings	
	Status	Mode: Client SSID:	Informazioni sulla rete
		58% BSSID: Encryption:	wireless a cui ci si sta
		Channel:	connettendo
		Signal:	
		Bitrate:	_
Wireless network	is enabled	Disable	
		Mode Channel Width	
Operating	g frequency	N V 6 (2437 MHz) V 20 MH	z T
Trans	smit Power	auto 🔻	
		🙆 dBm	
nterface Cont	figuratio	n	
General Setup	Wireless (Security Advanced Settings	
		1	
	Mode	Client	
	ESSID		
	BSSID		
	Network	wwan: 🙍 🔹	
		Choose the network(s) you want to a	ttach to this wireless interface or fill out the create field to define a new network.
Back to Overvi	iew		Save & Apply Save Reset
penWrt sa	latus - Sys	tem + Network + Logout	ALITO REFIRE IN C
evice Configu	uration		
General Setup	Advanced :	Settings	
Cou	intry Code	IT - Italy	
		One rachiec aloo alphaz country coo	23. 19 0
	1000	2	
Allow legacy 802	11b rates		
Allow legacy 802 Distance Op	timization		
Allow legacy 802 Distance Op	. 11b rates ofinization	Distance to farthest network member in	s meters,
Allow legacy 802 Distance Op	. 11b rates of mization	Distance to farthest network member in	n meters,
Allow legacy 802 Distance Op Fragmentation	. 11b rates ctimization Threshold	Distance to farthest network member in	n meters,
Allow legacy 802 Distance Op Fragmentation RTS/CTS	The rates comization Threshold	Distance to farthest network member in	n meters,
Allow legacy 802 Distance Op Fragmentation RTS/CTS	The shold	Distance to farthest network member in	n meters.
Allow legacy 802 Distance Op Fragmentation RTS/CTS Force 400	The shold Threshold Threshold	Distance to farthest network member in	n meters.
Allow legacy 802 Distance Op Fragmentation RTS/CTS Force 400	The rates comization Threshold Threshold IHz mode	Distance to farthest network member in	n meters. e secondary channel overlaps. Using this option does not comply with IEEE 802.11n

Immagine 4.5 – Connessione a rete Wireless dalla WebUI di OpenWRT (opzioni avanzate)

Una volta inseriti questi ultimi parametri, confermare la configurazione tramite il pulsante in fondo a destra nella WebUI "Save and Apply", tornare a PuTTY e dare quindi il seguente comando:

opkg update



Immagine 4.6 - Prima esecuzione del comando opkg update dalla CLI di PuTTY

Da PuTTY si vedrà come la lista dei package verrà aggiornata con l'elenco di quelli rilevati dalle repositories di OpenWRT.

A questo punto tutto è pronto per l'implementazione dello stack web LAMP.

Webserver: uHTTPd

Il webserver scelto per l'utilizzo che dovrà avere il router in questione è uHTTPd, già installato e abilitato di default su OpenWRT^{[15][16]}(se lo si vuole aggiornare all'ultima versione, eseguire *opkg update && opkg install uhttpd*).

L'immagine di default di uHTTPd esegue un'interfaccia web per OpenWRT sulla porta 80 (HTTP) e sulla porta 443 (HTTPS). Si dovrà allora avviare una nuova istanza di uHTTPd su una porta differente (in questo caso viene scelta la 81) tramite i comandi: ^[17]

uci set uhttpd.llmp=uhttpd

// comando per settare il servizio LLMP sul file uhttpd

uci set uhttpd.llmp.listen_http=81

// comando per mettere in ascolto LLMP sulla porta 81 per il protocollo HTTP

uci set uhttpd.llmp.home=/srv/www

// comando per settare il path della root directory per i file dello stack LLMP su /srv/www[18]

uci commit uhttpd

// salva le modifiche apportate nel file di configurazione relativo a uHTTPd in /etc/config

mkdir -p \$(uci get uhttpd.llmp.home) [19]

// crea una cartella per il contenuto del webserver leggendo il parametro restituito dalla funzione *uhttpd.llmp.home* (il '\$' serve per far utilizzare al comando *mkdir -p* la stringa all'interno delle parentesi tonde come parametro di input. Nello specifico, verrà creata una cartella il cui path completo è l'output del comando *uci get uhttpd.llmp.home*)

Se uHTTPd era già stato installato e in stato di running, lo si dovrà riavviare con */etc/init.d/uhttpd restart*

Se lo si ha invece installato e/o aggiornato tramite i comandi di cui sopra, bisogna inizializzarlo manualmente e abilitarlo in fase di boot di OpenWRT tramite /etc/init.d/uhttpd start && /etc/init.d/uhttpd enable

Testare il webserver:

echo "<P>Hello, this web server runs on OpenWrt!!</P>">/srv/www/index.html

Con il comando di cui sopra si crea il file "index.html" al path /*srv/www/index*.html e gli si dà il contenuto testuale "<P>Hello, *this web server runs on OpenWrt*!!</P>"(senza apici). Detto file sarà raggiungibile collegandosi da una finestra del browser aperta dal PC attraverso l'indirizzo <u>http://192.168.1.1:81/index.html</u>

← → C ☆ ③ Non sicuro | 192.168.1.1:81/index.html

Hello, this web server runs on OpenWrt!!

Immagine 4.7 – Visualizzazione del file index.html da browser

Installazione e configurazione PHP per uHTTPd^[20]

opkg update && opkg install php7 php7-cgi ^[21] /etc/init.d/uhttpd restart

installa le API utili al funzionamento di PHP7 e riavvia il webserver uHTTPd

uci add_list uhttpd.llmp.interpreter=".php=/usr/bin/php-cgi" aggiunge alla lista degli interpreti quello relativo al PHP ("*php-cgi*") secondo il file al path specificato

uci set uhttpd.llmp.index_page="index.html index.htm default.html default.html index.php" imposta la pagina principale dello stack LLMP

uci commit uhttpd

salvataggio dei cambiamenti apportati nel file di configurazione di uHTTPd

sed -i 's,doc_root.,doc_root = "",g' /etc/php.ini* modifica la stringa *doc_root.** in *doc_root = ""* all'interno del file */etc/php.ini*

sed -i 's,;short_open_tag = Off,short_open_tag = On,g' /etc/php.ini modifica il valore della stringa *short_open_tag* da *Off* a *On* all'interno del file /*etc/php.ini*^[22]

/etc/init.d/uhttpd restart riavvia il webserver uHTTPd

Testare PHP:

Si deve utilizzare la funzione *phpinfo()* per un test iniziale del funzionamento di PHP.

echo "<?php phpinfo(); ?>" > /srv/www/index.php
//scrive lo script <?php phpinfo(); ?> all'interno del file /srv/www/index.php

Provare quindi a visualizzare la pagina index.php puntando il browser alla pagina <u>http://192.168.1.1:81/index.php</u> :

se si ottiene una pagina vuota o non raggiungibile si può eseguire lo script php-cgi dalla shell del router per visualizzare il contenuto del file index.php tramite il comando

php-cgi /srv/www/index.php

altrimenti si otterrà la pagina introduttiva di PHP come illustrato nell'Immagine 4.8

 Non sicuro 	192.168.0.1:81/index.php	යි _ව
	PHP Version 7.2.28	php
	System	Linux OpenWit 4.9.198 #0 Tue Nov 5 14:12:18 2019 mips
	Configure Command	Vonfigure'target-mips-operwrt-inur'host-mips-operwrt-inur'build#v88_64-po-inux-gnu'program- prefixe'program-suffixe'prefixe/usr'benderwise/bin'binderwise/bin' libexectima.usrind'anabie-adi 'anabie-agiwinboursation'binderwise/bin' infodimusr/bin'disable-adu'anabie-agiwinboursation'binderwise/bin' infodimusr/bin'anabie-adi 'anabie-agiwinboursation'binderwise/bin' infodimusr/bin'disable-adu'anabie-agiwinboursation'anabie-stared'winb-config-file-stared winderbindiadovstaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr '-winb-tol-dire/builder/shared- workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr '-winb-tol-dire/builder/shared- workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr '-winb-tol-dire/builder/shared- workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr '-winb-tol-dire/builder/shared- -winb-curi-shared-builder/shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'anabie- file/fineshared'-winb-ged-refubulie-advared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'anabie- gi-shared'-winb-ged-refubuli-shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'anabie- gi-anabie-dire-shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb-mp- dire-builder/shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb-mp- dire-builder/shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb-mp- dire-builder/shared-workdinbuilds/skitaging_ dirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb-mp- dire-builder/shared-workdinbuilds/skitagingdirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb-mp- dire-builder/shared-workdinbuilds/skitagingdirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb- mps_ater_builder/shared-workdinbuilds/skitagingdirtarget-mips_24xe_musilusr 'winb- inte-bared'anabie-post-shared'-workdinbuilds/skitaging_dirtarget-mips_24xe_musilusr ' withmashesisend'winb-dipa-sairebuilder/shared-workdinbuilds/skitaging_dirtarget-mips_24xe_musilusr ' enabie-post-shared'winb-dipa-sairebuilder/shared-
	Server API	CGI/FastCGI
	Virtual Directory Support	disabled
	Configuration File (php.ini) Path	/etc
	Loaded Configuration File	Jeto/php.ini

Immagine 4.8 – Visualizzazione del file index.php da browser

Configurazione di MySQLi in PHP

Per abilitare MySQLi nell'installazione PHP eseguire *opkg update && opkg install php7-mod-mysqli*

Per caricare l'estensione PHP *mysqli.so* nel file di configurazione di PHP /*etc/php.ini*, eseguire*sed -i 's,;extension=mysqli.so,extension=mysqli.so,g' /etc/php.ini*^{[23][24]}



Immagine 4.9 - Contenuto della cartella con le estensioni .so di PHP

Per rendere operativo MySQLi a lavorare con PHP, si dovrà infine aggiungere in fondo al contenuto del file php.ini (*/etc/php.ini*) quanto segue:

[MySQLi] mysqli.allow local infile = Onmysqli.allow persistent = On mysqli.cache size = 2000mysqli.max persistent = -1mysqli.max links = -1mysqli.default port = 3306mysql.default socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock mysqli.default host = 127.0.0.1mysqli.default user = root mvsqli.default password = MySuperSecretPassword mysqli.connect timeout = 60mysqli.trace mode = Off[MySQL] mysql.allow local infile = Onmysql.allow persistent = Onmysql.cache size = 2000mysql.max persistent = -1mysql.max links = -1mysql.default port = 3306mysql.default socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock mysql.default host = 127.0.0.1mysql.default user = root mysql.default password = MySuperSecretPassword mysql.connect timeout = 60mysql.trace mode = Off

La modifica al file /*etc/php.ini* può essere effettuata tramite il comando *vi /etc/php.ini* ^[25], inserendo il testo in fondo al file come da Immagine 4.10

```
🗗 root@OpenWrt: ~
max file uploads = 20
; Fopen wrappers
allow url fopen = On
allow url include = Off
;from="john@doe.com"
;user agent="PHP"
default socket timeout = 60
auto detect line endings = Off;
[MySQL]
mysql.allow local infile = On
mysql.allow persistent = On
mysql.cache size = 2000
mysql.max persistent = -1
mysql.max links = -1
mysql.default port = 3306
nysql.default socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock
mysql.default host = 127.0.0.1
mysql.default user = root
nysql.default password = MySuperSecretPassword
mysql.connect timeout = 60
mysql.trace mode = Off
[MySQLi]
mysqli.allow local infile = On
nysqli.allow persistent = On
mysqli.cache size = 2000
mysqli.max persistent = -1
mysqli.max links = -1
mysqli.default port = 3306
mysqli.default socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock
mysqli.default host = 127.0.0.1
mysqli.default user = root
nysqli.default password = MySuperSecretPassword
mysqli.connect timeout = 60
nysqli.trace_mode = Off
```

Immagine 4.10 – Inserimento degli attributi di configurazione per rendere PHP compatibile con MySQLi

MySQL/MariaDB

Il package corrispondente all'installazione del DBMS contemplato dalle repository di OpenWRT è il fork^[26] di MySQL denominato "MariaDB"^[27], che attualmente è uno tra i fork più diffusi in molte implementazioni di MySQL per vari sistemi operativi e piattaforme hardware. MariaDB si differenzia dalla versione di prima concezione di MySQL principalmente per gli Storage Engine utilizzati: mentre fino alla versione MySQL 8.0 veniva utilizzato "MyISAM"^[28], MariaDB, nelle sue versioni più recenti, prevede la possibilità di utilizzare "Aria"^[29] (una versione migliorativa "transazionale" ^[30] discendente direttamente da MyISAM), "InnoDB"^[31] e "XtraDB"^[32], un fork ottimizzato dello stesso InnoDB.

Gli Storage Engine sono librerie per MySQL e i DBMS da esso derivati che implementano la gestione fisica dei dati. Alcuni dei compiti loro affidati sono:

- scrittura e lettura dei record;
- indicizzazione;
- caching;
- esecuzione delle transazioni.

Come si vedrà in seguito nella presente trattazione in merito alla parte operativa riguardante l'installazione e l'avvio del servizio MySQL sul dispositivo in questione, lo Storage Engine predefinito di MariaDB è InnoDB (nello specifico il fork "XtraDB").

Nota: nell'avviare il server, se InnoDB/XtraDB non riuscisse ad avviarsi, il sistema proverà a implementare un'istanza di Aria, a meno che nel file di configurazione di MySQL/MariaDB, il cui path è /*etc/mysql/my.cnf* non sia indicato altrimenti.

Installazione del server MySQL/MariaDB

opkg update opkg install libpthread libncurses libreadline mysql-server ^[33]

In particolare il secondo comando installa le librerie e i file binari:

-libpthread^[34], per la gestione dei thread;

-librcurses^[35], per la gestione dell'interazione tra utente e interfaccia a riga di comando; -libreadline^[36], per la gestione dell'acquisizione dei comandi dalla CLI; -mysql-server^[37], package del server MariaDB.

🖉 root@OpenWrt: ~	2 <u>278</u> 5		×
Package php7-mod-mysqli (7.2.28-1) installed in root is up to date. root@OpenWrt:~# sed -i 's,;extension=mysqli.so,extension=mysqli.so,g' ni	/etc	/php.i	^
root@OpenWrt:~# opkg install libpthread libncurses libreadline mysgl-	serve	r	
Package libpthread (1.1.19-2) installed in root is up to date.			
Installing libncurses (6.1-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps 24	kc/bas	
e/libncurses 6.1-1 mips 24kc.ipk			
Installing terminfo (6.1-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps 24	kc/bas	
e/terminfo 6.1-1 mips 24kc.ipk			
Installing libreadline (7.0-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps 24	kc/bas	
e/libreadline 7.0-1 mips 24kc.ipk			
Installing mariadb-server (10.1.44-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps 24	kc/pac	
kages/mariadb-server_10.1.44-1_mips_24kc.ipk			
Installing libatomic (7.3.0-2) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/targets/ar7	lxx/m	ikroti	lc/
packages/libatomic_7.3.0-2_mips_24kc.ipk			
Installing libopenssl (1.0.2u-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps_24	kc/bas	e/
libopenssl_1.0.2u-1_mips_24kc.ipk			
Installing libaio (0.3.112-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps_24	kc/pacl	ca
ges/libaio_0.3.112-1_mips_24kc.ipk			
Installing liblzma (5.2.4-1) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps_24	kc/pac	ca
ges/liblzma_5.2.4-1_mips_24kc.ipk			
Installing resolveip (2) to root			
Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/mi	ps_24	kc/bas	e/
resolveip_2_mips_24kc.ipk			
Configuring terminfo.			
Configuring libatomic.			
Configuring liblzma.			
Configuring resolveip.			
Configuring libalo.			
Configuring libopenssi.			
Configuring mariado-server.			
mysqid: datadir '/mnt/data/mysqi/' in '/etc/mysqi/my.cni' does not ex	ist		
Configuring libreadline.			
configuring fibricurses.			
rooteopenwit:~#			~

Immagine 5.0 - Installazione dei package per il funzionamento del server MariaDB

Tramite il comando Linux *df -h*^[38]

che restituisce la quantità di spazio di archiviazione per ogni partizione rilevata dalla macchina Linux su cui viene eseguito (lo switch -h serve per rendere l'output del comando in formato "human-readable"), si può verificare la capacità di memoria di massa dei file-system letti, in gergo "montati", dal sistema operativo del dispositivo

root@OpenWrt:/# df -h					
Filesystem	Size	Used	Available	Use%	Mounted on
/dev/root	2.5M	2.5M	0	100%	/rom
tmpfs	61.1M	84.0K	61.0M	0%	/tmp
/dev/ubi0_2	106.2M	22.4M	79.1M	22%	/overlay
overlayfs:/overlay	106.2M	22.4M	79.1M	22%	1
tmpfs root@OpenWrt:/# 🚪	512.0K	0	512.0K	98	/dev

Immagine 5.1 – L'output del comando df -h

Nel caso la macchina utilizzata sia dotata di un'esigua capacità di RAM e/o di memoria di massa, come nel caso del router oggetto della presente trattazione, non si potrebbe portare a termine la corretta inizializzazione e susseguente esecuzione del servizio MariaDB, condizione per cui si dovrebbe necessariamente ricorrere alla tecnica dello swap^[39], cioè all'utilizzo di una specifica porzione di memoria di massa come spazio di memoria centrale.

Viene spiegato di seguito il caso di utilizzo di una periferica di archiviazione USB da 4GB con due partizioni appositamente formattate:

- prima partizione da 2GB (1905 MiB) con file-system ext4^[40] come espansione per la memoria di massa;
- <u>seconda partizione</u> da 2GB (1906 MiB) con file-system linux-swap come espansione per la memoria centrale.

<u>Guida all'espasione della memoria interna e di RAM del dispositivo sfruttando la capacità di una periferica di archiviazione USB</u>

Partizionamento e formattazione del supporto di archiviazione^[41]

In Linux questa operazione può essere eseguita tramite utilities da riga di comando come "fdisk"^[42] o da software a interfaccia grafica. Per semplicità è consigliato avvalersi di un software a interfaccia grafica come "GParted"^[43] su un computer con installato Linux. Si è fatto uso di tale programma per la sperimentazione di cui alla presente Tesi per predisporre la periferica di archiviazione in dotazione come illustrato dalle immagini 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6.



Immagine 5.2 – Da GParted si vede che inizialmente la periferica di archiviazione esterna ha un'unica partizione, individuata come /*dev/sdc1*. Il primo passo da compiere è eliminarla.

2	/dev/s	dc - GParted	Molasa	000
GParted Edit View Device Par	tition Help لم		@ /dev/sdc	(3.72 GiB) *
Create a new partition in the se	elected unallocated s	pace	E Idevisor	(3.72 015) +
	un 3.7	allocated 72 GiB		
Partition File System	Size	Used	Unused	Flags
unallocated 🛄 unallocated	3.72 GiB	***		
Doloto Ideuladat Iout 4, 2,72 CiD	from Idoulede	24.1		
 Delete /dev/sdc1 (ext4, 3.72 GIB) 	from /dev/sdc			
1 operation pending				_
	Create n	ew Partition		0
Minim	um size: 1 MiB	Maximum size:	3811 MiB	
Free space preceding (MiB):	1 ×	Create as:	Primary Partition	n Å
New size (MiB):	1905	Partition name:		
Free space following (MiB):	0	File system:	ext4	÷.
Align to:	MiB 🕴	Label:		
Align to:	MiB	Label:		

Immagine 5.3 – Creazione della partizione per l'espansione di memoria di massa

		/dev/so	lc - GParted	Matron	000
GParted I	Edit View Device Partitio	on Help			
τ	* 0 6 * *	μ L		🔊 /dev/sdc	(3.72 GiB) 🛔
4 Crea	te a new partition in the sele New Partition #1 1.86 GiB	ected unallocated	space	unallocated 1.86 GiB	
Partition	File System	Size	Used	Unused	Flags
New Part	iition #1 📕 ext4	1.86 Gi	в -		
unallocat	ed 📃 unallocated	1.86 Gi	в -		
× Delete / □ Create I 2 operation	'dev/sdc1 (ext4, 3.72 GiB) fro Primary Partition #1 (ext4, 1 s pending	om /dev/sdc .86 GiB) on /dev/s	dc		
GParted	Edit View Device Partiti	/dev/so on Help 4	dc - GParted	(Judicon	(3.72 GiB) ‡
GParted	Edit View Device Partiti	/dev/so on Help ب	dc - GParted	Cution	● ● ● ●
GParted	Edit View Device Partiti	dev/so/ on Help ب	dc - GParted	Outbood	● ● ● ● (3.72 GiB) ‡
GParted	Edit View Device Partiti	dev/so/ on Help ب	dc - GParted	/dev/sdc	(3.72 GiB) ‡
GParted	Edit View Device Partiti	/dev/so on Help Create r mum size: 1 MiB	dc - GParted new Partition Maximum size:	/dev/sdc	 (3.72 GiB) \$ ags
GParted	Edit View Device Partiti	/dev/so on Help Create r num size: 1 MiB	dc - GParted new Partition Maximum size: Create as:	/dev/sdc 1906 MiB Primary Partition	 (3.72 GiB) ‡ ags
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minim Free space preceding (MiB New size (MiB):	/dev/so on Help Create r num size: 1 MiB 3):	dc - GParted new Partition Maximum size: Create as: Partition name:	1906 MiB	 (3.72 GiB) \$ ags
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minim Free space preceding (MiB) New size (MiB): Free space following (MiB)	/dev/so on Help Create r mum size: 1 MiB 3): 0 + 1906 +	dc - GParted wew Partition Maximum size: Create as: Partition name: File system:	1906 MiB Primary Partition	 (3.72 GiB) ‡ ags (3.72 GiB) ‡
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minin Free space preceding (MiB New size (MiB): Free space following (MiB) Align to:	/dev/so on Help Create r mum size: 1 MiB 3): 0 + 1906 +): 0 +	dc - GParted new Partition Maximum size: Create as: Partition name: File system: Label:	/dev/sdc 1906 MiB Primary Partition Linux-swap	 (3.72 GiB) ‡ ags
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minin Free space preceding (MiB) New size (MiB): Free space following (MiB) Align to:	/dev/so on Help creater mum size: 1 MiB 3): 0 + 1906 + 1906 + MiB +	de - GParted new Partition Maximum size: Create as: Partition name: File system: Label:	Violine (dev/sdc) 1906 MiB Primary Partition linux-swap Cancel Add	 (3.72 GiB) \$ ags ags ags
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minin Free space preceding (MiB New size (MiB): Free space following (MiB) Align to: /dev/sdc1 (ext4, 3.72 GiB) fro	/dev/so on Help create r num size: 1 MiB 3): 0 * 1906 * 1906 * MiB *	de - GParted new Partition Maximum size: Create as: Partition name: File system: Label:	1906 MiB Primary Partition Linux-swap Cancel Add	 (3.72 GiB) ‡ (3.72 GiB) ‡ ags ags ags
GParted	Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Edit View Device Partiti Minin Free space preceding (MiB) New size (MiB): Free space following (MiB) Align to: /dev/sdc1 (ext4, 3.72 GiB) from Primary Partition #1 (ext4, 1)	/dev/so on Help creater mum size: 1 MiB 3): 0 * 1906 * 1906 * (1906 * (1906 * (1906 * (1906 *) (1906 *	Ac - GParted new Partition Maximum size: Create as: Partition name: File system: Label: dc	1906 MiB Primary Partition Linux-swap Cancel Add	(3.72 GiB) \$

Immagine 5.4 - Creazione della partizione per l'espansione di memoria centrale

		/dev/sdc -	GParted	Unition	• • •			
GParted Edit Vie	w Device Pari	tition Help م		O Idev/sdc	(2.72 GiB) Å			
+1 * *1		-		Juev/suc	(3.72 GIB) 🔻			
	New Partition 1.86 GiB	#1		New Partition #2 1.86 GiB				
Partition	File System	Size	Used	Unused	Flags			
New Partition #1	ext4	1.86 GiB						
New Partition #2	linux-swap	1.86 GiB						
 ★ Delete /dev/sdc1 ↓ Create Primary ↓ Create Primary 	(ext4, 3.72 GiB) Partition #1 (ext4 Partition #2 (linu	from /dev/sdc 4, 1.86 GiB) on /dev/sdc x-swap. 1.86 GiB) on /c	lev/sdc					
2 enerations pendin	-	x-3wap, 1.00 0ib) 0ii) e						
s operations pending	9			Unithen	autostar.			
GParted Edit Vie	w Device Par	/dev/sdc · tition Help	- GParted		•••			
₽ × +		به ا		📀 /dev/sdc	(3.72 GiB) 🎍			
	New Partition 1.86 GiB	#1		New Partition #2 1.86 GiB				
Partition		Apply operati	ons to device	0	Flags			
New Partition #1		hppy operation						
New Partition #2	Are you sure you want to apply the pending operations? Editing partitions has the potential to cause LOSS of DATA. You are advised to backup your data before proceeding. Cancel Apply							
 Delete /dev/sdc1 (ext4, 3.72 GiB) from /dev/sdc Create Primary Partition #1 (ext4, 1.86 GiB) on /dev/sdc Create Primary Partition #2 (linux-swap, 1.86 GiB) on /dev/sdc Operations pending 								

Immagine 5.5 – Prompt di conferma delle operazioni da effettuare sulle partizioni del supporto di archiviazione

-	Applying pending operations		8					
Depending on the number and type of operations this might take a long time.								
Create Primary Partition #1 (ext4	, 1.86 GiB) on /dev/sdc							
set partition type on /dev/sdc1								
Completed Operations:								
	1 of 3 operations completed							
▶ Details								
			Cancel					
	Applying pending operations		8					
Depending on the number and typ	e of operations this might take a long ti	me.						
Completed Operations:								
1	All operations successfully completed							
Details								
		Save Details	Close					

Immagine 5.6 - Completamento delle operazioni di partizionamento

Riconoscimento della periferica USB connessa al router^[44]

Dopo aver installato i package per la lettura dei blocchi di memoria del dispositivo e dei driver per il riconoscimento delle periferiche USB connesse tramite

opkg update opkg install block-mount e2fsprogs kmod-fs-ext4 kmod-usb-storage kmod-usb2 kmod-usb3

connettere il supporto USB nell'apposita porta del router ed eseguire

ls -al /dev/sd*

il cui output (dove /*dev/sda* rappresenta il dispositivo esterno stesso, /*dev/sda1* la partizione destinata ai dati con file-system ext4 e /*dev/sda2* la partizione destinata a essere utilizzata come spazio di swap), corrispondente a quello dell'Immagine 5.7, indicherà che il router ne ha riconosciuto la connesione e conseguentemente ne avrà letto le partizioni.

🛃 root@OpenW	rt: ~									-	×	
root@OpenWrt:	~#	ls -al	/dev/sd*									~
brw	1	root	root	8,	0	Jan	1	1970	/dev/sda			
brw	1	root	root	8,	1	Jan	1	1970	/dev/sdal			
brw	1	root	root	8,	2	Jan	1	1970	/dev/sda2			

Immagine 5.7 – L'output del comando ls -al /dev/sd*

Nota: con *block info* | *grep "/dev/sd"* possono essere visualizzate le informazioni relative a tutte le partizioni dei file-system dei dispositivi di archiviazione di massa rilevati dal sistema. Con la seconda parte del comando viene specificato che essi devono rispondere al path "/*dev/sd"*, con cui generalmente le distribuzioni Linux fanno riferimento ai dispositivi di archiviazione di massa periferici quali hard disk e pendrive USB. In questo caso dovranno essere rilevate le sole due partizioni della periferica USB connessa, riconosciute rispettivamente come sda1(dati/ext4) e sda2(swap/linux-swap).



Immagine 5.8 - L'output del comando block info | grep "/dev/sd"

Mounting e abilitazione del file-system della periferica di archiviazione USB

mkdir -p /mnt/sda1

crea la cartella /mnt/sda1 nel file-system del router.

mount /dev/sda1 /mnt/sda1

crea il punto di montaggio^[45] sulla cartella creata al passo precedente. In questo modo, per */mnt/sda1* si accede al file-system della chiavetta USB, in particolare alla partizione *sda1*, cioè quella destinata ai dati

block detect | uci import fstab

importa le informazioni dei blocchi rilevati dal sistema all'interno del file /*etc/config/fstab*. In questo modo le due partizioni vengono importate e messe a disposizione del file-system del router. Ciò può essere verificato anche dalla WebUI di OpenWRT: puntando a 192.168.0.1 da browser, si potrà notare che la homepage è stata aggiornata con le informazioni riguardanti la memoria di Swap e che contestualmente il menù alla voce "System" si sarà arricchito della voce "Mount Points", accedendo alla quale si potranno visualizzare maggiori informazioni a riguardo(vedasi l'immagine 5.9).

Status System System <thsystem< th=""> <thsystem< t<="" th=""><th><form>USA Section</form></th><th>Openwitt Status -</th><th>System Network</th><th>Logout</th><th></th><th>AUTO</th></thsystem<></thsystem<>	<form>USA Section</form>	Openwitt Status -	System Network	Logout		AUTO		
System Sofeward System Sofeward Matchanne Sofeward Base Model Sofeward Base Model Sofeward Base Model Sofeward Base Primares Wession Sofeward Base Filmmares Wession Filmmares Wession Filmmares Wession Filmmares Wession Remer Vession Filmmares Wession Sofeward Base Sofeward Base Load Average 0.01.0.17.0.85 Memory Sofeward Base Total Available Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Total Available Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Total Available Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Total Available Sofeward Base Total Available Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Total Available Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward Base Sofeward	A deneration of the set of the s	Statuc	System					
System Untrans Hostnams Untrans Hostnams Untrans Hostnams Untrans Untrans Untrans Work New Work Architecture LED Configuration Harmel Version Emerged PR0344 frev 3 perform Emerged PR0344 frev 3 perform Emerged Pr04401013br / LUCI operent-18.00 branch (pit-18.300 47720-bc1744 Karnel Version 0.100 Local Time Tree Jun 23 1204-12 2000 Uptime 11.100-45a Local Arverage 0.01.0.17.0.05 Memory 0.0200 HB/7260-05.6(2%). Buffered 0.0200 HB/7260-05.6(2%). Swap Total Available Oral Available 0.01.0.17.0.05 Network Active Connections Active Connections 0.71/1024/102/1020/102 Prote 0.020142 HB/7260-05.6(2%). Duffered 0.01001420000000000000000000000000000000		Status	Administration					
notation Extended Tass Partnet Model Model Acade Tass Park Model Acade Model Acade Tass Park Model Acade Model Acade Tass Park Model Acade Model		System	Startup					
Model Model Pores Model Reduct/ReDUCT/UDE-S24/RD Architecture Edecloper Fash Retrot Version Finanzee Version		Hostname	Scheduled Tasks	penWrt	197 197			
Architecture Energy Arabia to ready and your and the set of Arabia to ready and your and the set of Arabia to ready and your and the set of Arabia to ready and your and y		Model	Mount Points	ikrotik RouterBOARD 2011UiAS-2Hr	D			
Firmware Bennut 18.06.9 /7807-0404010156 / LuCi openum-18.06 branch (gi-19.304.49728-bc17aft Kernel Version 0 100 Local Time Tus Jun 23 12.04.13 2020 Uptime 1h 10m 48.4 Load Average 0.01.0.17.0.55 Memory 0 100 Total Available 55920 16/1250-00 16 (62%) Free 50250 16/1250-00 16 (62%) Free 50251740 18/1250-00 16 (62%) Free 50251740 18/1250-00 16 (62%) Free 5051740 18/1250-00 16 (62%) Pree 5051740 18/1250-00 16 (62%) Pree 5051740 18/1250-00 16 (62%) Network 1001/Loc/Jadmin/system/fstab Potel Available 577/1534 (7%) Out/ Cgi-bin/Juc//admin/system/fstab 77/1534 (7%) Out/ Status 57/1534 (7%) Out/ Status 591740 18/1534 (7%) Outl Points 1000 Sobal Settings 0 Automatically configured Anonymous Swap 0 Mount swap ont specifically configured Automount Flasystems ont specifically configured Automount flasystems ont specifically configured Automount Flasystems before mount 0 Automatically mount flasystems on hoping Check flasystems before mount 0 Automatically deck flasystem for errors before mounting Durated Ifla systems 0 Automat	are Version Filling and with 18.06.9.7/827-044010136 / LuCi lippenert 18.09 branch (gis19.30.48729-bes7408) i Version The Jun 23.12.0413 2000 a 15.190 453 Average 0.01.0.17.0.45 corp 6000000000000000000000000000000000000	Architecture	Backup / Flash	theros AR9344 rev 3				
Kernel Vesion 0 198 Local Time Tue Jun 23 12:04:13 2020 Uptime 15 19m 45 Local Available 0.01, 0.17.0.65 Memory Total Available Total Available 0.055:02 18/1/2024/016 (25) Free 0.0258 38 /1/2024/016 (25) Swap 0.01, 0.17.0.65 Swap 0.01, 0.17.0.65 Swap 0.01, 0.17.0.65 Free 0.0258 38 /1/2024/016 (25) Free 0.0258 38 /1/2024/016 (25) Swap 0.01, 0.01 1001/0204/016 (25) Swap 0.01, 0.01 1001/0204/016 (25) Network 0.01/021/0204/016 (25) Active Connections 07/1/0384 (75) Othersite Confe 0.000 10000 Outersite Confe 0.000 10000 Outersite Confe 0.000 10000 Outersite Confe 0.000 10000 Automout Swap 0.000 10000 Automout Swap 0.000 100000 Automout Swap 0.000 100000 Automout Swap 0.000 100000 Automout Swap 0.000 1000000 Automout Swap 0.000 1000000 Automout Swap 0.0000 1000000 Automout Swap 0.00000000000000000000000000000000000	Naksion 0.108 Time Time June 23.12.04.13.2020 a 1h 14m 45 Newrage 0.01.0.17.0.55 corp 0.020000000000000000000000000000000000	Firmware Version	Firmware Reboot	penWrt 18.06.5 r7897-9d401013fc /	LuCl openwrt-18.06 branch (git-	19.309.48729-bc17ef6)		
Local Time Tus. Jun 23 12:04:13 2020 Uptime 1h 10m 48; Load Average 0.01, 0.17, 0.85 Memory Total Available Total Available 59592 18 1/25040 56 (42%) Buffered 52088 18 1/25040 56 (42%) Buffered 52088 18 1/25040 56 (42%) Swap Total Available Total Available 1951740 58 1/25040 56 (42%) Pree 1951740 58 1/25040 56 (42%) Pree 1951740 58 1/25040 56 (25%) Total Available 1951740 58 1/25040 56 (25%) Pree 1951740 58 1/95040 58 (25%) Pree 1951740 58 1/95040 58 (1505%) PortWrt Status 97 / 19384 (0%) Othory 1951740 58 1/95040 58 (1505%) PortWrt Status 97 / 19384 (0%) Othory System Vetors* Logget Automotions 97 / 19384 (0%) 1000000000000000000000000000000000000	Time in Figure in Figure in 1280-04.12.0200 a hi Nen 46s Namage 0.01.0.17.0.05 STUP 0000.017.0.05 Stude in 1280-04.16.05(5%) 0000.017.0.05 Stude in 1280-04.16.05(5%) 0000.017.0.05 ed 0000.017.0.05 Stude in 1280-04.06.05(6%) 0000.017.0.05 ed 0000.017.00.05 stude in 1280-04.06.05(6%) 0000.0000 ed 0000.017.00.05 stude in 1280-04.06.05(8%) 0000.0000 Stude in 1280-04.06.05(8%) 0000.0000 <	Kernel Version		9.198				
Uptime 1h 10m 45s Load Average 0.01, 0.17, 0.35 Memory Total Available Total Available 5952 MB / 125040 06 (64%) Builtered 3004 46 / 125040 06 (64%) Builtered 3004 46 / 125040 06 (64%) Swap Total Available Total Available 195720 48 / 125040 06 (64%) Pree 195720 48 / 125040 06 (64%) Pree 195720 48 / 125040 06 (55%) Free 195720 48 / 125040 06 (55%) Pree 195720 48 / 125040 06 (55%) Pree 195720 48 / 125040 06 (55%) Pree 195720 48 / 125040 06 (55%) Portwork Adve Connections Adve Connections 87 / 19584 (05) Dt/Cogi-bin/Luc/Jadmin/system/fstab 10990000 Dt/Doints 10990000 Dt/Doints 0 Mount swap not specifically configured Anonymous Bwap Automatically mount swap on hotplug Automatically mount swap on hotplug Automatically mount swap on hotplug Automatically mount flexystems on hotplug Automatically mount flexystems on hotplug Automatically mount flexystems on hotplug 	a b 10 19. 017. 0.55 brue yee 0.01, 0.17. 0.55 brue yee 0.01, 0.17. 0.55 brue yee 0.000, 0.000, 0.5	Local Time		Tue Jun 23 12:04:13 2020				
Load Average 0.01.0.17.0.28 Memory Total Available 55592.16 / 1250-40.56 (62%) Pree 62288.18 / 1250-40.56 (62%) Image: Control of Control o	warage 0.01.0.17.0.059 ory 9592.86/122040.86 (025). watable 9592.86/122040.86 (025). ed 3704.8/128040.86 (025). watable 1983740.86 (025). watable 1983740.86 (025). watable 1983740.86 (025). ork 1983740.86 (025). concellons 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Concellons 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Concellons 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Concellons 0.10.17.0.50 Points 0.10.17.0.50 Concellons 0.10.17.0.50 Onlower swap not specifically configured 0.10.17.0.50 Adomount Base 0.10.17.0.50 Outour swap not specifically configured 0.10.17.0.50 Adomount Base 0.10.17.0.50 Outour swap not specifically configured 0.10.10.10.10.10.10.10.10.10.10.10.10.10	Uptime		1h 19m 48s				
Memory Total Available 5562 kB /1250-40 kB (22%) Free 62288 kB /1250-40 kB (25%) Buffered 3704 kB /1250-40 kB (25%) Swap Total Available Total Available 1983740 kB /1260-40 kB (25%) Pree 1983740 kB /1683740 kB (1005%) Free 1983740 kB /1693740 kB (1005%) Pree 1993740 kB /1693740 kB (1005%) Pree 10040000000000000000000000000000000000		Load Average		0.01, 0.17, 0.55				
Total Available 65692 k8 / 128040 k8 (25%) Pree 62288 k8 / 128040 k8 (25%) Buffered 3704 k5 / 128040 k8 (25%) Swap 1014 Available Total Available 1981740 k8 / 1980740 k8 (1005%) Pree 1981740 k8 / 19804 (100 k8 (100		Memory						
Pree: 82288 kB / 122040 kB (495) Buffered 3704 kB / 128040 kB (495) Swap Total Available Total Available 1981740 kB / 1981740 kB (1005) Pree: 1981740 kB / 1981740 kB (1005) Network 87 / 19384 (05) Active Connections 97 / 19384 (05) D.1/cgi-bin/luci/admin/system/fstab 97 / 19384 (05) PomWtt Status * System * Network * Logout Notat South * System * Network * Logout Status * System * Network * Logout OD.1/cgi-bin/luci/admin/system/fstab 97 / 19384 (05) PomWtt Status * System * Network * Logout Notat Swap not specifically configured Anonymous Swap Generate Config Generate Config Generate Config Mount swap not specifically configured Anonymous Mount Image: Automatically mount swap not specifically configured Automount Filesystem Image: Automatically mount filesystems on hotplug Automount Filesystem Image: Automatically oneck filesystems on hotplug Check filesystems before mounting Image: Automatically oneck filesystem for errors before mounting Duted file system Nom 0.00 B / 2.00 MB 1005 (2.00 MB) <td>e228 H2 / 122040 v6 (49%) ed 3704 K8 / 122040 v6 (49%) valiable 9587740 k8 / 122040 v6 (2%) valiable 9587740 k8 / 122040 v6 (400%) isserie 9587740 k8 / 12804740 k8 (000%) ork 87 / 10324 (4%) Connections 87 / 10324 (4%) bin//Luci/admin/system/fstab 87 / 10324 (4%) feererate Config 87 / 10324 (4%) eenerate Config Find all currently attached flexystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Napp Imount swap not specifically configured Anonymous Napp Imount flexystems on topplug intomust Filesystem Imount swap on topplug intomust Filesystem Automatically mount swap on hotplug intomust Filesystem Automatically mount swap on hotplug ifiesystems brifter Automatically mount filesystems on hotplug ifiesystems brifter Automatically deteck lissystems on hotplug ifiesystems Automatically deteck lissystem for errors before mounting ifiesystems Imount filesystem ifiesystems 0008 / 2.50 MB imount filesystem 0008 / 2.50 MB i/rom 0.008 / 2.50</td> <td>Total Available</td> <td></td> <td>65992 kB / 125040 kB (52%)</td> <td></td> <td></td>	e228 H2 / 122040 v6 (49%) ed 3704 K8 / 122040 v6 (49%) valiable 9587740 k8 / 122040 v6 (2%) valiable 9587740 k8 / 122040 v6 (400%) isserie 9587740 k8 / 12804740 k8 (000%) ork 87 / 10324 (4%) Connections 87 / 10324 (4%) bin//Luci/admin/system/fstab 87 / 10324 (4%) feererate Config 87 / 10324 (4%) eenerate Config Find all currently attached flexystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Napp Imount swap not specifically configured Anonymous Napp Imount flexystems on topplug intomust Filesystem Imount swap on topplug intomust Filesystem Automatically mount swap on hotplug intomust Filesystem Automatically mount swap on hotplug ifiesystems brifter Automatically mount filesystems on hotplug ifiesystems brifter Automatically deteck lissystems on hotplug ifiesystems Automatically deteck lissystem for errors before mounting ifiesystems Imount filesystem ifiesystems 0008 / 2.50 MB imount filesystem 0008 / 2.50 MB i/rom 0.008 / 2.50	Total Available		65992 kB / 125040 kB (52%)				
Buffered 3704 HB / 12040 AB (2%) Swap Total Available 1981740 KB / 1981740 KB (1005%) Free 1981740 KB / 1981740 KB (1005%) Pree 1981740 KB / 1981740 KB (1005%) Active Connections 87 / 18384 (0%) Chrycgi-bin/Juci/admin/system/fstab 87 / 18384 (0%) Chrygi Canarate Config Benarate Config Generate Config Prot all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Image: Status Image: Mount Swap Image: Status Image: Mount Swap Image: Status Image: Mount Filesystem Image: Status Image: Mount Filesystem <td< td=""><td>add 3704 k8 / 128040 k8 (2%) vvaliable 3888720 k8 / 1889720 k8 (000%) vvaliable 198720 k8 / 1889720 k8 (000%) ork 01 / 18384 (0%) iconnections 07 / 18384 (0%) bin/luci/admin/system/fstab 07 / 18384 (0%) Votadimin/system/fstab 08 Votadimin/system/fstab 0000 / 10000 / 10000 / 1000 / 1000 / 10000 / 1000 / 1000 / 1000</td><td>Free</td><td></td><td>62288 kB / 125040 kB (49%)</td><td></td><td></td></td<>	add 3704 k8 / 128040 k8 (2%) vvaliable 3888720 k8 / 1889720 k8 (000%) vvaliable 198720 k8 / 1889720 k8 (000%) ork 01 / 18384 (0%) iconnections 07 / 18384 (0%) bin/luci/admin/system/fstab 07 / 18384 (0%) Votadimin/system/fstab 08 Votadimin/system/fstab 0000 / 10000 / 10000 / 1000 / 1000 / 10000 / 1000 / 1000 / 1000	Free		62288 kB / 125040 kB (49%)				
Swap Total Available 1991740 kB / 1991740 kB (100%) Pree 1991740 kB / 1991740 kB (100%) Network Active Connections Active Connections 87 / 19384 (0%) 0.1/cgi - bin/luci/admin/system/fstab 901740 kB / 1991740 kB (100%) DenWVL Status System Out Points 001 Iobal Settings Generate Config Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Mount swap not specifically configured Automount Filesystem Automatically mount swap on hotplug Automount Filesystem Automount Filesystem Automatically check filesystems for errors before mounting Check filesystems before Mount Folit Automount File	Available 195174018 / 195174018 (1005); 195174018 / 195174018 (1005); ork i: Connections 07/19384 (0%) bin/luci/admin/system/fstab Image: Connection (Connection (Conn	Buffered		3704 kB / 125040 kB (2%)				
Swap 1981740 kB / 1981740 kB / 10015) Total Available 1981740 kB / 1981740 kB (10015) Pree 1981740 kB / 1981740 kB (10015) Network 87 / 18384 (0%). Active Connections 87 / 18384 (0%). Cl-/cgi-bin/luci/admin/system/fstab 87 / 18384 (0%). POTWIT Status System < Network < Logout	Available 1951740 k8 (100%) 1951740 k8 (100%) 1951740 k8 (100%) ork 87/19384 (0%) connections 87/19384 (0%) Status System Network < Logodd				7			
Total Available 1951740 kB / 1951740 kB (100%) Pree: 1951740 kB (100%) Network Active Connections 87 / 19384 (0%) OLIcgi-bin/luci/admin/system/fstab 97 / 19384 (0%) Outer Points System * Network * Logout Objectings Generate Config Generate Config Generate Config Generate Config Generate Config Of an all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Mount swap not specifically configured Automount Biesystem Image: Check filesystems before mounting Image: Check filesystems before mounting Check filesystems before mount Image: Check filesystems before mounting Umount Itespetem Mount Point Automatically mount filesystems on hotplug Umount Check filesystems before mounting Image: Check filesystems context and conte	Available 1951740.48 (/1051740/48 ((100%)) 1951740.48 (/1051740/48 ((100%)) 1951740/48 ((100%)) ork 87/110384 (0%) Iconnections 87/110384 (0%) Iconnections/system/fstab 87/110384 (0%) Iconnections 1000/1 Iconnections 1000/1 Iconnections Iconnections	Swap						
Free: 1951740 kB (1951740 kB (100%) Network Retwork Active Connections 87/19384 (0%) OLIcgi-bin/luci/admin/system/fstab 87/19384 (0%) OpenWill State System Network Logout Joint Points Second Config Generate	IDENTIFYED INSURTING VED (1005%) Ork ICONNECTIONS ICONNECTIONS <td colspan="2" iconnec<="" td=""><td>Total Available</td><td></td><td>1951740 kB / 1951740 kB (100%)</td><td></td><td></td></td>	<td>Total Available</td> <td></td> <td>1951740 kB / 1951740 kB (100%)</td> <td></td> <td></td>		Total Available		1951740 kB / 1951740 kB (100%)		
Network 87/16384 (0%) Active Connections 87/16384 (0%) Out/cgi-bin/luci/admin/system/fstab Image: Config Content of Cont	ork 87/19384 (0%) bin/luci/admin/system/fstab 87/19384 (0%) Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Points Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Points Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Logout Image: System Vetwork Vetw	Free		1951740 kB / 1951740 kB (100%)				
Active Connections 87 / 18384 (0%) 0.1/cgi-bin/luci/admin/system/fstab point 1 Status • System • Network • Logout Count Points Interview Config Generate Config Generate Config Mount swap not specifically configured Anonymous Nount Automount Swap Mount filesystems not specifically configured Automount Filesystem Automatically mount filesystems on hotplug Automount Filesystem Automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before mounting Automatically check filesystem for errors before mounting cutted file systems Mount Point Available Used Umount teviroot /rom 0.00 8 / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 10% (516 00 KB)	ic Connections 87 / 19334 (0%) bin/luci/admin/system/fstab Image: Connection State St							
0.1/cgi-bin/luci/admin/system/fstab periWit States * System * Network * Logout Identify the system set of the system set	bin/luci/admin/system/fstab Image: participart of the part of the pa	Network						
Perifying response being	Status System v Network v Logout Points denerate Config Generate Config	Network Active Connections		87 / 16384 (0%)				
View 1 Status * System * Network * Logout Iopant Points Iopant Settings Generate Config Generate Config Generate Config Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Mount swap not specifically configured Anonymous Mount Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Automatically mount swap on hotplug Check filesystems before mount Automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before mount Automatically check filesystem for errors before mounting Check filesystems Check filesystems Check filesystems Dutted file systems Check filesystems Check filesystems Dutted file systems Check filesystems Check filesystems Check filesystems Check filesystems Check filesystems Check filesystems Check filesystem Ch	Status System Network * Logout Points Ettings Generate Config @ Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin.	/svstem/fstab	87 / 18384 (0%)		<u>e</u> r		
Notable Settings Generate Config Generate Config Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap - - @ Mount swap not specifically configured - Anonymous Mount - - @ Mount filesystems not specifically configured - Automount Swap - - @ Automatically mount filesystems on hotplug - - Check filesystems before - - - mount - - - - check filesystems before - - - - check filesystems before - - - - counted file systems - - - - seviroot /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) - motif - - - - -	Points ettings Generate Config @ Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Image: State Sta	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin,	/system/fstab	87 / 18384 (0%)		₫ ₂		
Iobal Settings Generate Config G	ettings Generate Config © Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap © Mount swap not specifically configured Anonymous Mount © Mount filesystems reperifically configured Automount Silesystem © Automatically mount swap on hotplug omount Filesystem © Automatically mount filesystems on hotplug filesystems before mount file systems File system Mount Point Available Very Mount Point Available Very Mount Point 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Mine State	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status - St	/system/fstab ystem ≠ Network ≠ Lo	87 / 18384 (0%)		₿ _E		
Generate Config Generate Config @ Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap	Generate Config Generate Config @ Find all currently attached filesystems and swap and replace configuration with defaults based on what was detected Anonymous Swap Mount swap not specifically configured Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Mount filesystems not specifically configured Automatically mount swap on hotplug amount Filesystem Automatically mount filesystems on hotplug Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Automatically check filesystem for errors before mounting (rom 0.00 B / 2.50 MB (100% (2.50 MB) (rom 0.05 5 MB / 61.05 MB (100% (10.04 MB) (100% (10.04 MB)	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status - St Ount Points	/system/fstab _{ystem *} Network * Lo	87 / 18384 (0%)	-	¢.		
Anonymous Swap Mount swap not specifically configured Anonymous Mount 	Anonymous Swap Anonymous Mount Anonymous Mount Anonymous Mount Automount Swap Automatically mount swap on hotplug automatically mount filesystems on hotplug automatically mount filesystems on hotplug automatically mount filesystems on hotplug automatically check filesystem for errors before mounting filesystems filesystems file systems Mount Point Mount Point Available Available Available Available Available Available Available Available Automatically check filesystem Automatically check filesystem Automatically check filesystem Automatically check filesystem for errors before mounting Automatically check filesystem for errors before mounting Automatically check filesystem Automatically check	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status - Status Ount Points obal Settings	/system/fstab ystem = Network = Lo	87 / 18384 (0%)	-	ē ₂		
Anonymous Swap Image: Mount swap not specifically configured Anonymous Mount Image: Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Image: Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Image: Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Image: Mount filesystems on hotplug Automount Filesystem Image: Mount filesystems on hotplug Check filesystems before mount Image: Mount filesystem for errors before mounting Outted file systems Image: Mount Point Available Used Unmount Image: Mount Point Stev/root Image: Mount Point Image: Mount Point Image: Point Point Stev/root Image: Point	Anonymous Swap Monnymous Mount Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Automatically mount swap on hotplug mount Filesystem Automatically oneck filesystems on hotplug filesystems before mount Mount Point Mount Point Point Mount Point Mount Point Mou	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, penWrt Status Status Status Ount Points obal Settings Generate Config	/system/fstab /stem = Network = Lo Generate Config	gout	nnfauration with defaults based	En what was detacted		
Anonymous Mount Image: State Sta	Anonymous Mount a Mount filesystems not specifically configured a Automatically mount swap on hotplug a Automatically mount silesystems on hotplug a Automatically nount filesystems on hotplug a Automatically check filesystem for errors before mounting a Automatically check filesystem for errors before mounting a Automatically check filesystem for errors before mounting a Automatically check filesystem for errors before mounting b Automatically check filesystem for errors b Automatically	Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status • St Ount Points obal Settings Generate Config	/system/fstab ystem = Network = Lo Generate Config @ Find all currently attac	gout	onfiguration with defaults based	I on what was detected		
Image: Second	Mount filesystems not specifically configured Automount Swap Automatically mount swap on hotplug omount Filesystem Automatically mount filesystems on hotplug filesystems before mount Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Automatically check filesystem for errors before mounting file systems Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex Vertex file systems Vertex Vertex Vertex	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status Status Status Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap	/system/fstab ystem Vetwork Lov Generate Config Find all currently attac South Swap not speci Mount swap not speci	gout thed filesystems and swap and replace of fically configured	configuration with defaults based	I on what was detected		
Automount Swap Image: Automatically mount swap on hotplug Automount Filesystem Image: Automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before mount filesystem for errors before mounting Image: Automatically check filesystem for errors before mounting Check filesystems Image: Automatically check filesystem for errors before mounting outted file system Image: Automatically check filesystem for errors before mounting ilesystem Mount Point Available Used Unmount dev/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point nofs //rom 60.55 MB / 61.05 MB 1% (518.00 KB) Mount Point	Automount Swap Image: Submatically mount swap on hotplug omount Filesystem Image: Submatically mount filesystems on hotplug iie Automatically check filesystem for errors before mounting Image: Submatically check filesystem for errors before mounting file Systems Mount Point Available Used Ummount /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Mount Point /rom 0.00 B / 2.50 MB 10% (516.00 KB) Mount Point /rom 0.48 MB / 108.24 MB 10% (10.04 MB) Mount Point werlay / 91.48 MB / 108.24 MB 0% (0.00 B) Mount Point	Network Active Connections 0.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status Status Status Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap	/system/fstab ystem - Network - Los Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci	gout thed filesystems and swap and replace of fically configured	configuration with defaults based	on what was detected		
Automount Filesystem Automatically mount swap on hotplug Automount Filesystem automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before automatically check filesystem for errors before mounting automatically check filesystem for errors	Image: Automatically mount swap on hotplug Image: Automatically mount systems on hotplug Image: Automatically mount systems on hotplug Image: Automatically check system for errors before mounting Image: Automatical system for errors before mounting Image	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWft Status •	/system/fstab ystem Network Lo Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci Solution	gout shed filesystems and swap and replace of fically configured	configuration with defaults based	I on what was detected		
Automount Filesystem Image: Automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before mounting mount Image: Automatically check filesystem for errors before mounting Outted file systems Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Point Available Used Used Image: Mount filesystem for errors before mounting ilesystem Image: Mount Filesystem for errors before Used Used Used Image: Mount filesystem for errors before mounting <td>annount Filesystem automatically mount filesystems on hotplug filesystems before mount automatically check filesystem for errors before mounting file systems automatically check filesystem for errors before mounting file systems Vised Ummount file systems second file Second file Vised Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file system second file Second file Second file Second file Second file file system second file second file second file Second file Second file second file second file second file second file second file</td> <td>Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (Status (Stat</td> <td>/system/fstab vstem Vetwork Lov Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci Mount filesystems not V</td> <td>gout ched filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured</td> <td>configuration with defaults based</td> <td>i on what was detected</td>	annount Filesystem automatically mount filesystems on hotplug filesystems before mount automatically check filesystem for errors before mounting file systems automatically check filesystem for errors before mounting file systems Vised Ummount file systems second file Second file Vised Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file systems second file Second file Second file Ummount file system second file Second file Second file Second file Second file file system second file second file second file Second file Second file second file second file second file second file second file	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (Status (Stat	/system/fstab vstem Vetwork Lov Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci Mount filesystems not V	gout ched filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured	configuration with defaults based	i on what was detected		
Automatically mount filesystems on hotplug Check filesystems before mounting Ounted file systems Mount Point Available Used Inmount 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) 10% (516 00 KB)	 Automatically mount filesystems on hotplug Automatically check Filesystem for errors before mounting Mount Point Available Used Ummount (rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) (for mp 60.55 MB / 61.05 MB (for filesystem) (rom (rom 0.00 B / 2.50 MB (for filesystem) (for mp (for filesystem) (for file	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status Status Status Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap	/system/fstab ystem Vetwork Lov Generate Config Find all currently attact Mount swap not speci Mount filesystems not Automatically mount s	specifically configured	configuration with defaults based	I on what was detected		
Check filesystems before mounting Automatically check filesystem for errors before mounting counted file systems Mount Point Available Used Unmount dev/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) mofs //mo 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) 1% (516.00 KB)	Mount Point Available Used Ummount / rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) / rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Immount / rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Immount / rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Immount / rom 0.05 F MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) Immount / overlay 01.48 MB / 108.24 MB 10% (10.04 MB) Immount verlay / 91.48 MB / 108.24 MB 10% (10.04 MB) Immount / dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B) Immount Immount	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWft Status Const Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem	/system/fstab ystem Network Lo Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci Mount filesystems not Automatically mount s C	87 / 18384 (0%) gout shed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug	configuration with defaults based	I on what was detected		
Image: Water and Comparison of Automatically check filesystem for errors before mounting Ounted file systems Ilesystem Mount Point Available Used Unmount jew/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) ports //rom 60.55 MB / 61.05 MB 1% (518.00 KB) 1%	Mount Point Available Used Unmount /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Impoint /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Impoint /rom 0.00 B / 2.50 MB 10% (516.00 KB) Impoint /rom 0.05 5 MB / 01.05 MB 10% (10.04 MB) Impoint /rom 01.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) Impoint werlay / 91.48 MB / 106.24 MB 0% (0.00 B) Impoint	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (S) Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem	/system/fstab ystem Network Loy Generate Config Find all currently attact Mount swap not speci Mount filesystems not Automatically mount s Automatically mount filesystems	specifically configured wap on hotplug	configuration with defaults based	i on what was detected		
Nounted file systems Nount Point Available Used Unmount dev/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB)	Mount Point Available Used Unmount /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) /rom 60.55 MB / 61.05 MB 100% (2.50 MB) /tmp 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) /tmp 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) verlay / 91.48 MB / 106.24 MB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status Status Status Status Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem	/system/fstab ystem × Network × Loo Generate Config @ Find all currently attac @ Mount swap not speci @ Mount filesystems not @ Automatically mount fi @ Automatically mount fi	87 / 18384 (0%)	configuration with defaults based	I on what was detected		
ilesystem Mount Point Available Used Unmount dev/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) Import mofs //mo 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) Import	Mount Point Available Used Unmount /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) 100% (2.50 MB) /tmp 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) 1% /overlay 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) 10% (10.04 MB) /verlay /dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B) 10% (10.04 MB)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWft Status (S) Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount	/system/fstab ystem × Network × Lo Generate Config Find all currently attac Mount swap not speci Mount filesystems not Automatically mount s Automatically mount files Automatically mount files	87 / 18384 (0%) gout shed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug ilesystems on hotplug lesystem for errors before mounting	configuration with defaults based	I on what was detected		
dev/root /rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB)	/rom 0.00 B / 2.50 MB 100% (2.50 MB) /tmp 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) /overlay 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) /verlay / 91.48 MB / 106.24 MB 0% (0.00 B) /dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status S OUNT POINTS obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount	/system/fstab ystem × Network × Lo Generate Config ê Find all currently attac î Mount swap not speci î Mount filesystems not î Automatically mount s î Automatically mount fi î Automatically check fil	87 / 18384 (0%) gout thed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured twap on hotplug ilesystems on hotplug lesystem for errors before mounting	onfiguration with defaults based	I on what was detected		
mpfs //mp 60.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB)	/tmp 80.55 MB / 61.05 MB 1% (516.00 KB) ? /overlay 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) overlay / 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) overlay / 91.48 MB / 106.24 MB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (Salus) Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount Dunted file systems	/system/fstab ystem Network Lo Generate Config Find all currently attact Mount swap not specif Mount filesystems not Automatically mount s Automatically mount files Automatically mount files Automatically check files Mount Point	87 / 18384 (0%) gout shed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug ilesystems on hotplug lesystem for errors before mounting Available	configuration with defaults based	I on what was detected		
	2 /overlay 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) iverlay / 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB) /dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status S Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount Check filesystems before mount Check filesystems	/system/fstab ystem × Network × Los Generate Config @ Find all currently attac @ Mount swap not speci @ Mount filesystems not @ Automatically mount s @ Automatically mount files @ Automatically check file @ Automatically check file Mount Point /rom	87 / 18384 (0%) gout agout thed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug ilesystems on hotplug lesystem for errors before mounting Available 0.00 B / 2.50 MB	onfiguration with defaults based	I on what was detected		
dev/ubi0_2 /overlay 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB)	vverlay / 91.48 MB / 108.24 MB 10% (10.04 MB) /dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWft Status Con Ount Points Obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount dissystem	/system/fstab ystem * Network * Lo Generate Config @ Find all currently attac @ Mount swap not speci @ Mount filesystems not @ Automatically mount fi @ Automatically mount fi @ Automatically check fil Mount Point /rom /tmp	87 / 18384 (0%) gout and filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured ispecifically configured wap on hotplug ilesystems on hotplug ilesystem for errors before mounting Available 0.00 B / 2.50 MB 60.55 MB / 61.05 MB	Used 100% (2.50 MB) 1% (516.00 KB)	I on what was detected		
verlayfs:/overlay / 91.48 MB / 106.24 MB 10% (10.04 MB)	/dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B)	Network Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (Salus) Ount Points obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Mount Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount Check filesystems before mount disystem lev/root	/system/fstab /system × Network × Loo Generate Config Find all currently attact Mount swap not specif Mount filesystems not Automatically mount s Automatically mount filesystems not Automatically mount filesystems not Automa	87 / 18384 (0%) gout gout ihed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug lesystems on hotplug lesystem for errors before mounting Available 0.00 B / 2.50 MB 60.55 MB / 61.05 MB 91.48 MB / 108.24 MB	Configuration with defaults based	I on what was detected		
mpfs /dev 512.00 KB / 512.00 KB 0% (0.00 B)		Network Active Connections Active Connections D.1/cgi-bin/luci/admin, DenWrt Status (S) Ount Points Obal Settings Generate Config Anonymous Swap Anonymous Swap Anonymous Swap Automount Swap Automount Filesystem Check filesystems before mount Check filesystems before mount disystem lev/root apps lev/root apps lev/root/2 conservers/ conserver	/system/fstab /stem Network Loss Generate Config Find all currently attact Mount swap not specif Mount filesystems not Automatically mount if Automatically mount if Automatically check fil Mount Point /rom /tmp /overlay /	87 / 18384 (0%) gout gout thed filesystems and swap and replace of fically configured specifically configured wap on hotplug ilesystems on hotplug ilesystem for errors before mounting 0.00 B / 2.50 MB 80.55 MB / 61.05 MB 91.48 MB / 106.24 MB 91.48 MB / 106.24 MB	Configuration with defaults based Used 100% (2.50 MB) 1% (518.00 KB) 10% (10.04 MB) 10% (10.04 MB)	I on what was detected		

Immagine 5.9 – WebUI di OpenWRT con le informazioni sulle partizioni riconosciute dal router

Una volta verificato che siano presenti le voci relative alle due partizioni del supporto USB, bisogna abilitare queste ultime spuntando l'apposita casella di ciascuna e premendo sul tasto "Save and Apply" che si presenta in fondo (Immagine 5.10).

Le azioni effettuate sugli elementi di questa pagina corrispondono alla modifica dei parametri presenti nel file da cui Linux legge il comportamento che deve tenere su ogni punto di montaggio, swap e altri, denominato "fstab", ubicato al path /*etc/config/fstab*^[46].

.168.0.1/cgi-bin	/luci/admin/system/fstab			2 2
OpenWrt	Status * System * Network *	Logout		
Filesystem	Mount Point	Available	Used	Unmount
/dev/root	/rom	0.00 B / 2.50 MB	100% (2.50 MB)	
tmpfs	/tmp	60.55 MB / 61.05 MB	1% (518.00 KB)	
/dev/ubi0_2	/overlay	91.48 MB / 106.24 MB	10% (10.04 MB)	
overlayfs:/overla	ay /	91.48 MB / 106.24 MB	10% (10.04 MB)	
tmpfs	/dev	512.00 KB / 512.00 KB	0% (0.00 B)	
/dev/sda1	/mnt/sda1	1.58 GB / 1.80 GB	6% (111.97 MB)	Unmount
Mount Points def	ine at which point a memory device will vice	be attached to the filesystem Mount Point	Filesystem Options Root Chee	-k
Add Add SWAP If your physical m swapping data is	ID: 32affd34-6637-4138-92f4-e09f646 IS MB) emory is insufficient unused data can i a very slow process as the swap-devic	Bf491 (/dev/sda1. /mnt/sda1 be temporarily swapped to a swap-de re cannot be accessed with the high (ext4 defaults no no evice resulting in a higher amount of usable datarates of the <u>RAM</u> .	Edit Delete
Enabled	Device			
	UUID: a21bb320-41b3-4224-ab	að-fflafbc33ea1	Edit	Delete
			Save & Apply	Save Reset

Immagine 5.10 – Abilitazione all'utilizzo delle partizioni della periferica USB da parte del router

Nota: se la partizione di swap non viene riconosciuta immediatamente dopo l'abilitazione data da WebUI (tornando alla pagina principale di quest'ultima non viene visualizzata cioè una voce il cui titolo è "SWAP"), riavviare il router con il comando *reboot*

Una volta apportate le modifiche di cui sopra, se ne può vedere il risultato nel file *fstab* con *cat /etc/config/fstab*

P root	@OpenWrt:	/	-	
root@Op	enWrt:/	t Cat /etc/config/fstab		
config	global			
	option	anon_swap '0'		
	option	anon_mount '0'		
	option	auto_swap '1'		
	option	auto_mount '1'		
	option	delay_root '5'		
	option	check_fs '0'		
config	mount			
	option	target '/mnt/sdal'		
	option	uuid '32affd34-6637-4138-92f4-e09f6468f491'		
	option	enabled 'l'		
config	swap			
	option	uuid 'a21bb320-41b3-4224-aba6-fflafbc33eal'		
	option	enabled '1'		

Immagine 5.11 – Il contenuto del file *fstab*

Rieseguendo

df -h

si può ora vedere che c'è anche /*dev/sda1* (ultima linea dell'Immagine 5.12)

🖉 root@OpenWrt: /						_	\times
root@OpenWrt:/# df -h							~
Filesystem	Size	Used	Available	Use%	Mounted on		
/dev/root	2.5M	2.5M	0	100%	/rom		
tmpfs	61.1M	516.0K	60.6M	1%	/tmp		
/dev/ubi0 2	106.2M	10.0M	91.5M	10%	/overlay		
overlayfs:/overlay	106.2M	10.0M	91.5M	10%			
tmpfs	512.0K	0	512.0K	0%	/dev		
/dev/sdal	1.8G	112.OM	1.6G	6%	/mnt/sdal		
							~

Immagine 5.12 – Riesecuzione di df -h con visualizzazione della partizione /dev/sda1

Il comando

free

può essere utilizzato per verificare che è stato riconosciuto lo spazio di swap del supporto USB (ultima linea dell'Immagine 5.13)

P root@0	OpenWrt: /					_		×
root@Ope	nWrt:/# free							^
	total	used	free	shared	buffers	cach	ed	
Mem:	125040	27220	97820	516	3660	82	16	
-/+ buff	ers/cache:	15344	109696					
Swap:	1951740	0	1951740					
root@Ope	nWrt:/#							
								~

Immagine 5.13 - Output del comando free in seguito all'abilitazione della partizione di swap

Creazione cartelle dati MariaDB e modifica di my.cnf

Si dovrà ora:

- procedere alla creazione delle cartelle^[47] su cui lavorerà MariaDB all'interno della partizione dei dati della chiavetta USB:
 mkdir -p /mnt/sda1/mysql/data mkdir -p /mnt/sda1/mysql/tmp
- dare i permessi di lettura e scrittura a tutti gli utenti registrati in OpenWRT per le cartelle cui si fa riferimento al punto precedente, in modo da non incorrere in eventuali problemi relativi ai permessi^[48]:
 chmod 777 /mnt/sda1/mysql
 chmod 777 /mnt/sda1/mysql/data
 chmod 777 /mnt/sda1/mysql/tmp

In seguito, si modificano i parametri di *my.cnf* tramite l'editor di testo da riga di comando Linux "vi" con *vi /etc/mysql/my.cnf*^[49]

- inserendo il path per la cartella *data* e per la cartella *tmp* con valore rispettivamente di /mnt/sda1/mysql/data alla voce *datadir* e /mnt/sda1/mysql/tmp/ alla voce tmpdir;
- cambiando il valore di alcuni dei parametri per gli spazi di RAM contigui dedicati ai vari moduli di funzionamento di MariaDB e aggiungendo (se non già presenti) le stringhe

performance_schema = off innodb_buffer_pool_size = 25M innodb_log_buffer_size = 256K innodb_use_native_aio = 0 key_buffer_size = 8M

[Nota: Alla <u>pagina 51</u> è presente un approfondimento sul significato di alcune delle stringhe che si possono incontrare all'interno del file *my.cnf* e la relazione che vi è tra esse e la necessità dell'ampliamento della capacità di memoria RAM e di archiviazione di massa per implementare con successo un'istanza del server MySQL/MariaDB].

Il risultato delle modifiche apportate a my.cnf dovrà rispecchiare l'Immagine 5.14

🧬 root@OpenWrt: ~ - 0 Х [client] ~ = 3306 port socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock [mysqld] = mariadb user socket = /var/run/mysqld/mysqld.sock = 3306 port basedir = /usr # Figure out where you are going to put the databases # And run mysql install db --force = /mnt/sdal/mysql/data datadir ######### This should also not go on the NAND ####### tmpdir = /mnt/sdal/mysql/tmp skip-external-locking = 127.0.0.1 bind-address # Fine Tuning key_buffer_size = 8M max allowed packet = 16M = 192K thread stack thread cache size performance_schema innodb_buffer_pool_size = 25M innodb_log_buffer_size = 256K innodb_use_native_aio = 0 # Here you can see queries with especially long duration #log_slow_queries = /var/log/mysql/mysql-slow.log #long_query_time = 2 #log-queries-not-using-indexes # The following can be used as easy to replay backup logs or for replication. #server-id #log_bin = /var/log/mysql/mysql-bin.log #expire logs days = 10 I /etc/mysql/my.cnf [Modified] 32/59 54%

Immagine 5.14 – Il contenuto di my.cnf in seguito alle modifiche indicate

Server MariaDB: inizializzazione e abilitazione in fase di boot di OpenWRT

Con il comando^[50] *mysql_install_db - -force* MariaDB deposita i propri file e alloca in RAM una propria istanza del server, il tutto seguendo i parametri specificati in *my.cnf*;

/etc/init.d/mysqld start (o, alternativamente service mysqld start) avvia il servizio mysqld secondo i parametri di configurazione letti da my.cnf

/etc/init.d/mysqld enable (o, alternativamente service mysqld enable) abilita l'avvio del servizio mysqld in fase di boot di OpenWRT

Client MariaDB

Al fine di installare il package contenente i binari del client MariaDB, si esegue *opkg update && opkg install mariadb-client*

Nelle Immagini 5.15, 5.16, 5.17 viene mostrato il fitto verbose risultante dall'esecuzione dei comandi sopra citati:

```
root@OpenWrt:~‡ mysql install db --force
Installing Mariabb/MySQL system tables in
                                           /mnt/sdal/mysql/data'
2020-06-27 10:42:36 2009795852 [Note] /usr/bin/mysgld (mysgld 10.1.45-MariaDB) sta
rting as process 2580 ...
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: innodb_empty_free_list_algorithm has
been changed to legacy because of small buffer pool size. In order to use backoff
 increase buffer pool at least up to 20MB.
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Using mutexes to ref count buffer po
ol pages
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: The InnoDB memory heap is disabled
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Mutexes and rw locks use GCC atomic
builtins
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: GCC builtin atomic thread fence()
is used for memory barrier
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Compressed tables use zlib 1.2.11
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Using generic crc32 instructions
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Initializing buffer pool, size = 25.
0M
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Completed initialization of buffer p
001
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: The first specified data file ./ibda
tal did not exist: a new database to be created!
2020-06-27 10:42:37 2009795852 [Note] InnoDB: Setting file ./ibdatal size to 12 MB
2020-06-27 10:42:44 2009795852 [Note] InnoDB: Setting log file ./ib logfile101 siz
to 48 MB
2020-06-27 10:43:09 2009795852 [Note] InnoDB: Setting log file ./ib_logfile1 size
to 48 MB
2020-06-27 10:43:35 2009795852 [Note] InnoDB: Renaming log file ./ib_logfile101 to
```

Immagine 5.15 – Output del comando *mysql install db - -force* (parte 1)

PuTTY (inactive) П × 2020-06-27 10:43:35 2009795852 [Warning] InnoDB: New log files created, LSN=45781 2020-06-27 10:43:35 2009795852 [Note] InnoDB: Doublewrite buffer not found: creati ng new 2020-06-27 10:43:37 2009795852 [Note] InnoDB: Doublewrite buffer created 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: 128 rollback segment(s) are active. 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Warning] InnoDB: Creating foreign key constraint s vstem tables. 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: Foreign key constraint system tables created 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: Creating tablespace and datafile sys tem tables. 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: Tablespace and datafile system table s created. 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: Waiting for purge to start 2020-06-27 10:43:39 2009795852 [Note] InnoDB: Percona XtraDB (http://www.percona. com) 5.6.47-87.0 started; log sequence number 0 2020-06-27 10:43:42 1960897828 [Note] InnoDB: Dumping buffer pool(s) not yet start ed OK Filling help tables... 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] /usr/bin/mysqld (mysqld 10.1.45-MariaDB) sta rting as process 2807 ... 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: innodb_empty_free_list_algorithm has been changed to legacy because of small buffer pool size. In order to use backoff increase buffer pool at least up to 20MB. 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Using mutexes to ref count buffer po ol pages 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: The InnoDB memory heap is disabled 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Mutexes and rw locks use GCC atomic builtins 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: GCC builtin atomic thread fence() is used for memory barrier 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Compressed tables use zlib 1.2.11 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Using generic crc32 instructions 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Initializing buffer pool, size = 25. 0M 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Completed initialization of buffer p ool 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Highest supported file format is Bar racuda. 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: 128 rollback segment(s) are active. 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Waiting for purge to start

Immagine 5.16 – Output del comando *mysql_install_db - -force* (parte 2)

PuTTY (inactive) × 2020-06-27 10:43:51 2004380940 [Note] InnoDB: Percona XtraDB (http://www.percona. com) 5.6.47-87.0 started; log sequence number 1616697 2020-06-27 10:43:52 1960000804 [Note] InnoDB: Dumping buffer pool(s) not yet start ed OK Creating OpenGIS required SP-s... 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] /usr/bin/mysqld (mysqld 10.1.45-MariaDB) sta rting as process 2858 ... 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: innodb empty free list algorithm has been changed to legacy because of small buffer pool size. In order to use backoff increase buffer pool at least up to 20MB. 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Using mutexes to ref count buffer po ol pages 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: The InnoDB memory heap is disabled 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Mutexes and rw locks use GCC atomic builtins 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: GCC builtin atomic thread fence() is used for memory barrier 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Compressed tables use zlib 1.2.11 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Using generic crc32 instructions 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Initializing buffer pool, size = 25. OМ 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Completed initialization of buffer p ool 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Highest supported file format is Bar racuda. 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: 128 rollback segment(s) are active. 2020-06-27 10:43:59 2009894156 [Note] InnoDB: Waiting for purge to start 2020-06-27 10:44:00 2009894156 [Note] InnoDB: Percona XtraDB (http://www.percona. com) 5.6.47-87.0 started; log sequence number 1616707 2020-06-27 10:44:00 1965514020 [Note] InnoDB: Dumping buffer pool(s) not yet start ed OK To start mysgld at boot time you have to copy support-files/mysql.server to the right place for your system PLEASE REMEMBER TO SET A PASSWORD FOR THE MariaDB root USER ! To do so, start the server, then issue the following commands: '/usr/bin/mysqladmin' -u root password 'new-password' /usr/bin/mysqladmin' -u root -h OpenWrt password 'new-password'

Immagine 5.17 – Output del comando *mysql_install_db - -force* (parte 3)

PuTTY (inactive)	_		×
Alternatively you can run: '/usr/bin/mysql_secure_installation'			^
which will also give you the option of removing the test databases and anonymous user created by default. This is strongly recommended for production servers.			
See the MariaDB Knowledgebase at http://mariadb.com/kb or the MySQL manual for more instructions.			
You can start the MariaDB daemon with: cd '/usr' ; /usr/bin/mysqld_safedatadir='/mnt/sdal/mysql/data'			
You can test the MariaDB daemon with mysql-test-run.pl cd '/usr/mysql-test' ; perl mysql-test-run.pl			
Please report any problems at http://mariadb.org/jira			
The latest information about MariaDB is available at http://mariadb. You can find additional information about the MySQL part at: http://dev.mysql.com Consider joining MariaDB's strong and vibrant community: https://mariadb.org/get-involved/ root@OpenWrt:~# /etc/init.d/mysqld start root@OpenWrt:~# /etc/init.d/mysqld enable	org/.		
<pre>root@OpenWrt:~# opkg update && opkg install mariadb-client Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/targets/ar packages/Packages.gz Updated list of available packages in /var/opkg-lists/openwrt_core Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/targets/ar packages/Packages.sig</pre>	71xx/m	ikroti) ikroti)	k/ k/
Signature check passed. Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/targets/ar kmods/4.9.198-1-3ba2e8c5db2fc4389b537731cf37120c/Packages.gz Updated list of available packages in /var/opkg-lists/openwrt_kmods Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/targets/ar kmods/4.9.198-1-3ba2e8c5db2fc4389b537731cf37120c/Packages.sig Signature check passed. Downloading http://downloads.openwrt.org/releases/18.06.5/packages/m Packages.gz	71xx/m 71xx/m nips_24	ikroti ikroti kc/base	k/ k/ ≘/ ∨

Immagine 5.18 – Output del comando *mysql_install_db - -force* (parte 4) ed esecuzione dei comandi /*etc/init.d/mysqld start*, /*etc/init.d/mysqld enable*, *opkg update && opkg install mariadb-client*

Accesso al DBMS

Infine, tramite il comando

mysql -h 127.0.0.1 -u mariadb^[51]

si lancia il client MariaDB tramite la socket creata in localhost (ossia all'indirizzo 127.0.0.1) con l'utente di default *mariadb*.

A ogni avvio del sistema operativo del router, per collegarsi al server MariaDB basterà eseguire quest'ultimo comando una volta connessi in SSH al router.

Come mostrato nell'Immagine 5.18, si può utilizzare una qualsiasi query di prova, come ad esempio *SELECT user();* per testare la capacità di elaborazione query da parte dell'istanza del server MariaDB implementato.

Si potranno ora configurare gli utenti autorizzati ad accedere al DBMS^[52] appena ultimato e cominciare a usare il servizio in tutte le sue funzionalità.

Proot@OpenWrt: /usr/bin	_		\times
root@OpenWrt:/usr/bin# mysql -h 127.0.0.1 -u mariadb Welcome to the MariaDB monitor. Commands end with ; or \g. Your MariaDB connection id is 6 Server version: 10.1.45-MariaDB Source distribution			^
Copyright (c) 2000, 2018, Oracle, MariaDB Corporation Ab and o	thers.		
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current	input sta	tement	
MariaDB [(none)]> SELECT user();			
user()			
mariadb@localhost ++			
l row in set (0.02 sec)			
MariaDB [(none)]>			
			~

Immagine 5.19 – esecuzione del comando *mysql -h 127.0.0.1 -u mariadb* e della query SELECT user();

Da notare è il fatto che il metodo di implementazione dello stack LAMP adoperato prevede un utilizzo del file-system volto a mantenere tutte le librerie, i binari, i file e le configurazioni di più basso livello nella memoria interna del router(nei limiti della capacità di quest'ultima), mentre, immagazzinato nel supporto di archiviazione esterno, tutto ciò che riguarda lo spazio destinato ai dati utente, alle tabelle standard di MariaDB e in generale al contenuto di più alto livello.

DIFFICOLTÀ RISCONTRATE

La configurazione di PHP7 e MySQL non sono stata immediate Le repositories dei sorgenti puntavano a MariaDB piuttosto che al pacchetto MySQL originale. Dato che MariaDB utilizza ubicazioni simili ma comunque differenti rispetto a quelle di MySQL per il deposito dei propri file, è stata eseguita una serie di ricerche per portare a termine le dovute correzioni all'interno dei file di configurazione riguardanti il servizio di MySQL/MariaDB, in particolare per quanto concerne alcune stringhe relative ai path che puntavano ai file e/o directories per il corretto avvio ed esecuzione del daemon MySQLi.

<u>Impossibilità di cambiare l'indirizzo statico delle porte LAN da WebUI</u>
 Per fronteggiare questo problema si è dovuto quindi utilizzare la riga di comando da connessione SSH, andando a modificare il file */etc/config/network* ^[53]. Per necessità sperimentali si è cambiato l'indirizzo della rete point-to-point in 192.168.0.0/24(192.168.0.1 sul router Mikrotik, DHCP client sulla stessa rete per il PC).

Il cambio è stato eseguito tramite editing sul file */etc/config/network* con il comando *vi /etc/config/network*, come da Immagine 7.1.



Immagine 7.1 – Modifica al file /etc/config/network

PROCEDURA DI RIPRISTINO ROUTER IN SEGUITO AD AGGIORNAMENTO DI FIRMWARE OpenWRT NON ANDATO A BUON FINE^[54]

Dopo un tentativo di aggiornamento di OpenWRT a una build più recente a quella installata in fase di sperimentazione il router ha presentato il problema di bootloop. La procedura di seguito riportata illustra come ripristinare RouterOS e dunque ricreare le condizioni per rendere nuovamente operativo il router, nonché pronto all'installazione di una build funzionante di OpenWRT come spiegato all'inizio della presente trattazione

			٠		
			臣	Rete non identificata Internet non dispor	ibile
			(le	Wi-Fi Spento	2
			Riatti	va il Wi-Fi nualmente	~
	•		Impo Cambi conne	stazioni rete e Interr a impostazioni, ad esemp ssione in una connession	net io trasformando una e a consumo.
			<i>M</i> a Wi-Fi	r∑⊃ Modalità aereo	(q) Ho <mark>t</mark> pot mobile
	w	E 🖭 🧯		<u>)</u> 🥥 ^ 4	16:21 1)) 03/04/2020
	_{empc}	Home		Ethernet	
	Rete	ova un'impostazione a e Internet	Р	Rete non identificata Internet non disponibile	
	Ð	Stato			
Ļ	۵. ۲	Wi-Fi Ethernet			
	89 6	Connessione remota			
	\$⊳	Modalità aereo			
	(4)) (C)	Hotspot mobile Consumo dati			
	0	Ргоху			



← Impostazioni

Connessione a consumo

Se il tuo piano dati è limitato e vuoi un maggiore controllo sul consumo dei dati, imposta questa connessione come rete a consumo. Alcune app potrebbero funzionare in modo diverso per ridurre il consumo dei dati quando sei connesso a questa rete.

Imposta come connessione a consumo



Se imposti una soglia dei dati, viene configurata automaticamente l'impostazione di connessione a consumo che consente di non superare la soglia.

Imposta una soglia dei dati per controllare l'utilizzo dei dati nella rete

Modifica impostazioni IP

V

Manuale

Impostazioni IP

192.168.1.2
24
192.168.1.1
1

← Impostazioni

☆ Rete non identificata Impostazioni IP

		IPV4		
Assegnazione IP:	Manuale	Attivato		
Indirizzo IPv4:	192.168.1.2			
Lunghezza prefisso subnet IPv4:	24	Indirizzo IP		
Gateway IPv4:	192.168.1.1	192.168.1.2		
Modifica				
		Lunghezza prefisso subnet		
		24		
Proprietà				
Indirizzo IPv6:	fd4b:4f82:a0cc::75e	Gateway		
Indirizzo IPv6 locale rispetto al collegamento:	fe80::2d73:512:b41c:16b9%13	192.168.1.1		
Server DNS IPv6:	fec0:0:0:ffff:1%1 fec0:0:0:ffff::2%1 fec0:0:0:ffff::3%1	DNS preferito		
Indirizzo IPv4:	192,168,1,2	_ L		
Produttore:	Realtek	DNS alternative		
Descrizione:	Realtek PCIe GBE Family Controller			
Versione driver:	10.9.422.2016			
Indirizzo fisico (MAC):	1C-87-2C-97-87-CC			
Copia				
		IPv6		
		Salva Annulla		

Immagine 7.3 – Ripristino OpenWRT: cambio IP della rete point-to-point tra router e computer (2)

Dopo aver configurato l'indirizzo di rete del PC secondo quanto riportato nelle immagini 7.2 e 7.3, avviare il programma *Netinstall*^[55]

hel	MAC address / Madia	Statue	Software ID: Codice Licente	RouterOS	Help
	MAC address / Media	Dat	_ Soltwale ID.		neip
DD2011LIAC 2HAD	Hard disk	неаду	Key: <a>kuse previ	ous key> (IGV0	Browse
nb20110(45-2HhD	MAC-Address	waiting reboo	🔽 Keep old configurati	on	Get key.
	1		IP address:	/	
<	_	>	Gatawar		Flashfig
one			Galeway.		-
			Baud rate:	T Appl	y default cor
Make floppy	booting Reboot	Cancel	Configure script		
'ackages	+ <u>5 (Inst</u>	tall -> R	eboot)		
Sets:	✓ Sav	e set Delet	e set		
From		Brow	2	Select all	Select nor
Tom.		C.O.	Ζ		000011101
		0			
Name	Version Descriptio	n			
Name	Version Descriptio 6.45.6 RouterOS	n for mipsbe Rout	erBOARDs, includes all su	ported features	
Name	Version Descriptio 6.45.6 RouterOS	n for mipsbe Rout	erBOARDs, includes all su	oported features	
Name outeros-mipsbe	Version Descriptio 6.45.6 RouterOS	n for mipsbe Roul	erBOARDs, includes all su	oported features	
Name outeros-mipsbe	Version Descriptio 6.45.6 RouterOS	n for mipsbe Rout	erBOARDs, includes all su	oported features	

Immagine 7.4 - Ripristino OpenWRT: Netinstall

Una volta aperto, Netinstall si presenterà come da Immagine 7.4.

A questo punto bisogna procedere come segue:

- Connettere un cavo ethernet al router sulla porta ETH1;
- Connettere l'altra estremità del cavo ethernet alla scheda di rete del PC;
- Tenere premuto il tasto RESET posto sul lato posteriore del router;
- Dare alimentazione a quest'ultimo *senza* rilasciare il pulsante RESET, al fine di far entrare il dispositivo in "Failsafe mode / Etherboot" (si potrà essere certi di aver fatto avviare con successo il dispositivo in tale modalità una volta che sarà apparsa la scritta "etherboot" sul display dello stesso e sarà possibile rilasciare il tasto RESET nel momento in cui il display riporti tale scritta)
- NOTA BENE: se Netinstall avrà riconosciuto il router, ne verrà visualizzato il nome e il relativo MAC Address, come nell'Immagine 7.4; si vedrà altresì scomparire la scritta "etherboot" dal display del dispositivo;
- Si potrà allora procedure alla scelta del file di RouterOS da flashare tramite la selezione della cartella contenente quest'ultimo, attraverso il pulsante "Browse" ubicato nella parte centrale di Netinstall;
- Selezionata la cartella, vengono visualizzati tutti i file che è possible flashare;

- Premendo su *NetInstall* il pulsante "Net Booting" si dovrà specificare l'indirizzo del router (mettere la spunta come mostrato nella parte bassa dell'Immagine 7.4);
- Premere Install e attendere finché la barra di progresso che apparirà non si sarà riempita e il pulsante Install non sia cambiato in Reboot;
- Dopo aver clickato su Reboot, il router emetterà un primo "beep", seguito da un secondo "beep" se tutto sarà andato a buon fine;
- Si dovrà in conclusione impostare l'IP address della porta ETH1 del router per poter ricreare le condizioni iniziali che consentiranno di procedere all'installazione di OpenWRT. La configurazione dell'IP per l'interfaccia ETH1 va effettuata manualmente attraverso il display touchscreen del dispositivo come da Immagini 7.5, 7.6, 7.7.



Immagine 7.5- Ripristino Router: assegnazione IP all'interfaccia ETH1 del router (1)



Immagine 7.6- Ripristino Router: assegnazione IP all'interfaccia ETH1 del router (2)



Immagine 7.7- Ripristino Router: assegnazione IP all'interfaccia ETH1 del router (3)

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto porta a evidenziare come sia possible implementare uno stack web completo comprensivo di istanze client e server MySQL/MariaDB su un apparato di rete di medie prestazioni, con il fine di predisporre quest'ultimo alla gestione di funzionalità "web-related" che necessitino di capacità di elaborazione dati tramite DBMS.

Ciò dimostra che nella progettazione e dimensionamento di una rete LAN di elaboratori si possa prendere in considerazione la possibilità di avvalersi di strumenti tecnologici che, seppur di prestazioni non da "top di gamma", garantiscano tanto la fruizione dei servizi per i quali vengono disposti, come il rispetto della non prescindibilità di aspetti chiave quali sostenibilità economica e affidabilità.

APPROFONDIMENTO: Parametri essenziali di configurazione in *my.cnf*

Prima di passare all'inizializzazione e contestuale esecuzione del server MariaDB vera e propria, dopo aver installato il package a esso relativo, bisogna modificare il contenuto del file da cui questo andrà a leggere i parametri di esecuzione, cioè /*etc/mysql/my.cnf*, il quale si presenta, di default, come nell'Immagine 6.1:

```
Proot@OpenWrt: /
                                                                                       \times
 coot@OpenWrt:/# cat /etc/mysql/my.cnf
[client]
                 = 3306
port
socket
                  = /var/run/mysqld/mysqld.sock
[mysqld]
                  = mariadb
user
                  = /var/run/mysqld/mysqld.sock
socket
port
basedir
                  = /usr
# Figure out where you are going to put the databases
# And run mysql_install_db --force
datadir
                  = /mnt/data/mysql/
######### This should also not go on the NAND #######
                 = /mnt/data/tmp/
tmpdir
skip-external-locking
bind-address
# Fine Tuning
                          = 16M
key_buffer_size
                      = 16M
= 192B
 max_allowed_packet
 thread stack
                           = 192K
thread_cache_size
                          = 8
# Here you can see queries with especially long duration
#log_slow_queries = /var/log/mysql/mysql-slow.log
#long_query_time = 2
#log-queries-not-using-indexes
# The following can be used as easy to replay backup logs or for replication.
# reconstruction be used as casy conceptly backup re
# server-id = 1
# log_bin = /var/log/mysql/mysql-bin.log
# expire_logs_days = 10
# max_binlog_size = 100M
# binlog_do_db = include_database_name
# binlog_ignore_db = include_database_name
[mysqldump]
quick
 quote-names
 max_allowed_packet
[mvsal]
#no-auto-rehash # faster start of mysql but no tab completition
[isamchk]
key_buffer
                           = 16M
 root@OpenWrt:/#
```

Immagine 6.1 – Il contenuto originale di my.cnf

Tale file è ampiamente configurabile e i parametri in esso già presenti al momento dell'installazione del package del server MariaDB possono variare in dipendenza della piattaforma hardware e software su cui esso viene installato.

È data la possibilità all'utente di modificare i valori dei parametri presenti, rimuoverli e/o aggiungerne di altri se necessario, con il fine non solo di ottenere una corretta inizializzazione del servizio, ma anche di una sua esecuzione ottimizzata in termini di utilizzo di risorse hardware, con particolare riferimento al supporto di archiviazione dati e di memoria centrale.

Come visto alla <u>pagina 45</u>, prima di avviare l'istanza del servizio MariaDB, è necessario utilizzare il comando *mysql_install_db - -force*, con cui si inizializza la directory dei dati di MariaDB creando in essa le tabelle di sistema e di help, se non già esistenti, seguendo rispettivamente il path per i dati e quello per i dati temporanei riportati all'interno di *my.cnf*.

Ponendo poi in esecuzione il servizio con /*etc/init.d/mysqld start*, si crea in RAM un'istanza del servizio MySQL/MariaDB rispettando i valori assegnati ai moduli di esecuzione del server riportati all'interno del medesimo file, *my.cnf*.

In quest'ultima fase potrebbe sorgere un problema qualora il sistema (su piattaforma fisica o implementato su macchina virtuale) disponga di poca capacità di memoria RAM (ossia minore di 512MB): se si lasciano immutati i valori relativi ai moduli di funzionamento che dovranno essere allocati nella memoria centrale da MariaDB, il sistema non riuscirà a portare a termine la procedura d'inizializzazione ed esecuzione dell'istanza del server MariaDB, presentando in output, in fase di inizializzazione, l'errore *mysqld: out-of-memory*, come mostrato nell'Immagine 6.2

root@OpenWrt: / × oot@OpenWrt:~# mysql install db --force Installing MariaDB/MySQL system tables in '/var/data/mysql/' ... 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] /usr/bin/mysqld (mysqld 10.1.41-MariaDB) sta ting as process 4683 ... 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: innodb_empty_free_list_algorithm has been changed to legacy because of small buffer pool size. In order to use backoff increase buffer pool at least up to 20MB. 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: Using mutexes to ref count buffer po ol pages 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: The InnoDB memory heap is disabled 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: Mutexes and rw locks use GCC atomic builtins 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: GCC builtin __atomic_thread_fence() is used for memory barrier 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: Compressed tables use zlib 1.2.11 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: Using Linux native AIO 2020-03-17 11:01:16 2010574092 [Note] InnoDB: Using generic crc32 instructions 2020-03-17 11:01:17 77d6ed0c InnoDB: Error: Linux Native AIO interface is not supp orted on this platform. Please check your OS documentation and install appropriate binary of InnoDB. InnoDB: You can disable Linux Native AIO by setting innodb use native aio = 0 in m y.cnf 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [Warning] InnoDB: Linux Native AIO disabled. 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [Note] InnoDB: Initializing buffer pool, size = 128 . OM InnoDB: mmap(138543104 bytes) failed; errno 12 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] InnoDB: Cannot allocate memory for the buff er pool 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] Plugin 'InnoDB' init function returned erro r. 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] Plugin 'InnoDB' registration as a STORAGE E NGINE failed. 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] mysqld: Out of memory (Needed 130760704 byt es) 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] mysqld: Out of memory (Needed 98058240 byte s) 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] Unknown/unsupported storage engine: InnoDB 2020-03-17 11:01:17 2010574092 [ERROR] Aborting installation of system tables failed! Examine the logs in var/data/mysgl/ for more information. The problem could be conflicting information in an external ~ my.cnf files. You can ignore these by doing: shell> /usr/bin/mysql install db --defaults-file=~/.my.cnf You can also try to start the mysqld daemon with: shell> /usr/bin/mysqld --skip-grant-tables --general-log & and use the command line tool /usr/bin/mysql to connect to the mysql database and look at the grant tables: shell> /usr/bin/mysql -u root mysql mysgl> show tables; Try 'mysqld --help' if you have problems with paths. Using -general-log gives you a log in /var/data/mysql/ that may be helpful. The latest information about mysql install db is available at https://mariadb.com/kb/en/installing-system-tables-mysgl install db You can find the latest source at https://downloads.mariadb.org and the maria-discuss email list at https://launchpad.net/~maria-discuss Please check all of the above before submitting a bug report at http://mariadb.org/jira

Immagine 6.2 – L'errore *mysqld: out-of-memory*

Per evitare che si presenti l'errore citato (e altri relativi a un'eventuale scarsità nella capacità di archiviazione di massa), la modifica chiave da apportare al file di configurazione *my.cnf* consiste nel cambiare il suo contenuto con il fine di assegnare:

- un valore ai parametri che rappresentano rispettivamente il path per il deposito dei file dati e quello per il deposito dei file temporanei utili alla corretta esecuzione del servizio;
- i valori (espressi in KiloByte e/o MegaByte) per i blocchi contigui di memoria RAM riservati ai moduli di funzionamento di cui il server farà uso per l'elaborazione delle richieste SQL da parte dei client che vi si connetteranno.

In particolare riguardo agli ultimi segue una breve trattazione.

Moduli di funzionamento allocati in memoria centrale da MariaDB

Di questi ne esiste un numero considerevole^[56], per cui si illustreranno solo i moduli toccati dalle modifiche al file *my.cnf* come descritto alla <u>pagina 43</u> della presente Tesi, per i quali alcuni dei valori assegnati rispecchiano quelli minimi consentiti per la corretta esecuzione di MariaDB^[57].

Nota: per la presente trattazione sono stati interessati da modifica principalmente alcuni dei parametri relativi ai moduli *performance_schema* e *InnoDB*, come da indicazione generale fornita da varie fonti online, tra le quali le pagine ufficiali di aziende specializzate nel settore dell'implementazione, gestione e recovery di database, nonché dagli stessi sviluppatori degli Storage Engine citati.

Performance Schema^{[58][59]}

Il Performance_Schema è una funzionalità che serve a monitorare le performance del server, introdotta in MariaDB 5.5.3 . È implementato come Storage Engine, pertanto compare nella lista degli Storage Engine disponibili. Tuttavia PERFORMANCE_SCHEMA non è un normale Storage Engine per registrare i dati, ma è un meccanismo per implementare la funzionalità Performance Schema. Lo Storage Engine contiene un database chiamato performance_schema, che a sua volta contiene un certo numero di tabelle che possono essere interrogate con normali istruzioni SQL, le quali restituiscono informazioni specifiche riguardanti le performance.

Di default^[60] performance_schema occupa 400MB di RAM, per cui è raccomandato disabilitarlo in caso si abbia scarsità di memoria RAM, aggiungendo a *my.cnf* la voce *performance_schema = off*.

Il monitoraggio delle performance del database realizzato da questo modulo può essere comunque ottenuto adoperando altri strumenti o seguendo una guida in cui venga indicato il giusto settaggio dei parametri per l'occupazione di RAM da parte delle varie componenti di performance_schema.

Inno DB^[61]

È lo Storage Engine di default di MariaDB. Di default^[62] Inno_DB, se non specificato altrimenti all'interno del file *my.cnf*, occupa 128MB di RAM nella totalità dei suoi moduli. In generale, la memoria utilizzata è legata alle dimensioni dei moduli di *buffer pool, read, sort* e *join buffers*, a quelle delle *temporary tables* e all'ammontare delle dimensioni delle *max connections*. Inoltre^[63], i parametri che più spesso risultano causare l'errore di "out-of-memory" per MariaDB sono soprattutto alcuni di quelli legati a InnoDB, dei quali principalmente:

innodb_buffer_pool_size
key_buffer_size
read_buffer_size
read_rnd_buffer_size
sort_buffer_size
join_buffer_size

Una formula approssimata basata sui moduli appartenenti all'elenco di cui sopra, il cui risultato restituisce l'occupazione totale di memoria centrale da parte di tali moduli è data da:

Maximum MySQL Memory Usage

=

innodb_buffer_pool_size + key_buffer_size +

+ (read_buffer_size + read_rnd_buffer_size + sort_buffer_size + join_buffer_size) x

x (max_connections)

In considerazione di quanto detto e in base ai vari messaggi di Warning e di Errore registrati in output durante la sperimentazione in fase di inizializzazione di MariaDB, i parametri relativi a Inno_DB interessati da modifica in *my.cnf* nella presente Tesi sono stati:

innodb_buffer_pool_size
innodb_buffer_log_size
innodb_use_native_aio = 0
key_buffer_size

Il parametro innodb_buffer_pool_size^[64]

Si fa riferimento al parametro innodb_buffer_pool_size come la dimensione di RAM da dedicare per la memorizzazione di indici, cache, strutture dati e tutto ciò che ruota attorno a InnoDB. È uno dei parametri più importanti della configurazione di MySQL e il suo valore va impostato in funzione del quantitativo di memoria RAM disponibile e dei servizi che operano sul server^[65]. Al momento dell'esecuzione del comando *mysql_install_db - force*, MariaDB potrebbe richiedere di porre un valore minimo per il parametro in questione, per cui in *my.cnf* la modifica da apportare è l'aggiunta della stringa relativa, non già presente.

Per la sperimentazione di cui al corpo della presente Tesi, il valore minimo richiesto è stato di 25MB.

innodb_buffer_pool_size = 25M

Il parametro innodb_buffer_log_size^[66]

Indica la lunghezza in Bytes del buffer che InnoDB utilizza per scrivere sui file di log nella periferica di archiviazione al path indicato in *my.cnf*. Se non già presente di default, in *my.cnf* la modifica da apportare è l'aggiunta della stringa a esso relativa con un valore minimo consentito di 256 KByte

innodb log buffer size = 256K

Il parametro innodb_use_native_aio^[67]

Con esso si specifica se utilizzare il "Linux asynchronous I/O subsystem". Durante la sperimentazione, i messaggi di Warning in fase di inizializzazione del server con il comando *mysql_install_db - - force* richiedessero di aggiungere in *my.cnf* la stringa a esso relativo col fine di disabilitarlo, assegnandogli un valore pari a 0 (o alternativamente OFF).

 $innodb_use_native_aio = 0$

Il parametro key_buffer_size^[68]

È una variabile di MyISAM che determina la dimensione degli index buffers che risiedono in memoria centrale, i quali concorrono a influenzare la velocità di lettura degli indici delle tabelle dei database. In *my.cnf* la modifica da apportare è l'assegnazione del valore minimo di 8MB (o 64KB se non si fa uso di MyISAM/Aria, ma di Inno_DB come Storage Engine)

key_buffer_size=8M (o, se non si fa uso di MyISAM/Aria, *key_buffer_size=64K*)

RINGRAZIAMENTI

È stato possibile raggiungere l'obiettivo di realizzazione descritto nella presente Tesi di Laurea grazie alle risorse reperibili online della comunità di sviluppatori e utilizzatori del sistema operativo open source su base Linux per apparati di rete "OpenWRT" e altri sistemi simili e/o affini.

Il presente lavoro di Tesi è frutto di un intero anno di ricerca e sperimentazione per cui ringrazio il Relatore prof. Ennio Gambi e il Correlatore prof. Adelmo De Santis per il supporto tempestivo e oltre modo accomodante fornitomi, nonché per aver continuato ad alimentare in me la già presente passione per le tecnologie per le telecomunicazioni.

Questo lavoro rappresenta inoltre la conclusione di un ciclo di studi per il quale ringrazio l'UNIVPM, che mi ha dato non solo la possibilità di formarmi culturalmente e personalmente, ma anche di aderire a esperienze degne di nota quali l'Erasmus+ Studio e la competizione europea Huawei, oltre a farmi vivere momenti di grande soddisfazione insieme a tutte le persone che hanno fatto parte di questo percorso e che ringrazio per aver contribuito concretamente a raggiungere i miei obiettivi di studio con i loro consigli e il loro sostegno, quali la mia famiglia, gli amici di sempre, i vari compagni e colleghi che ho avuto la fortuna di conoscere nel corso del tempo.

BIBLIOGRAFIA

¹ Portale web di OpenWRT: <u>https://openwrt.org</u>

² Lista dei dispositivi supportati da OpenWRT: <u>https://openwrt.org/toh/views/toh_fwdownload</u>

³ Pagina di supporto del costruttore del router scelto: https://mikrotik.com/product/RB2011UiAS-2HnD-IN

⁴ Guida a come impostare una rete con indirizzi statici in Windows 10 <u>https://turbolab.it/reti-1448/guida-windows-10-come-configurare-manualmente-indirizzo-ip-windows-866</u>

⁵ Download di RouterOS <u>https://mikrotik.com/download</u>

⁶ Pagina di download di software Mikrotik <u>https://mikrotik.com/download</u>

⁷ DHCP: <u>https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-host-configuration-protocol-dhcp/</u>

⁸ BOOTP: <u>https://www.ionos.it/digitalguide/server/know-how/protocollo-bootstrap-bootp/</u>

⁹ TFTP: <u>https://it.wikipedia.org/wiki/Trivial_File_Transfer_Protocol</u>

¹⁰ Guida per l'installazione di OpenWRT: <u>https://openwrt.org/toh/mikrotik/common</u>

¹¹ Download di Tiny PXE: <u>http://reboot.pro/files/file/303-tiny-pxe-server/</u>

¹² <u>http://alduras.com/wp/category/openwrt/</u>

¹³ Guida ufficiale di OpenWRT per l'implementazione dello stack LAMP: <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/services/webserver/lamp</u>

¹⁴ Download di PuTTY: <u>https://www.putty.org/</u>

¹⁵ Guida di OpenWRT a uHTTPd: <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/services/webserver/uhttpd</u>

¹⁶ uHTTPd è basato sullo stack LLMP: <u>http://webuzo.com/llmp</u>

¹⁷ Informazioni sulla direttiva uci: <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/base-system/uci,</u> <u>https://wiki.teltonika.lt/view/UCI_command_usage</u>

¹⁸ Convenzioni sull'utilizzo della cartella /srv in Linux: https://www.tldp.org/LDP/Linux-Filesystem-Hierarchy/html/srv.html ¹⁹ Per il comando mkdir -p : <u>https://www.javatpoint.com/linux-mkdir-p</u>

²⁰ Comandi presi da: <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/services/webserver/php</u>

²¹ Per maggiori informazioni riguardo il modulo php-cgi: <u>https://help.superhosting.bg/en/cgi-common-gateway-interface-fastcgi.html</u>

²² Il file php.ini è il file di configurazione dell'interprete PHP. Per maggiori info sul file *php.ini*:

https://www.ionos.it/aiuto/hosting/utilizzo-di-php-per-i-progetti-web/modificare-leimpostazioni-php-con-phpini/

²³ /etc/php.ini è il file di configurazione di PHP

²⁴ Dal contenuto di *php.ini* si può evincere che le estensioni PHP sono collocate al path /*usr/lib*/php.
Riguardo le estensioni PHP: https://www.sitepoint.com/install-php-extensions-source/, https://www.quora.com/What-are-PHP-extensions

²⁵ Guida all'uso dell'editor di testo Linux vi: <u>http://www.coresis.com/extra/linuxcorsobase/6-4.htm</u>

²⁶ Fork in informatica: <u>https://it.wikipedia.org/wiki/Fork_(sviluppo_software)</u>

²⁷ Un articolo descrittivo su MariaDB: <u>https://www.html.it/pag/55928/mariadb/</u>

²⁸ MyISAM: <u>https://it.wikipedia.org/wiki/MyISAM</u>

²⁹ Aria: <u>https://mariadb.com/kb/en/aria-storage-engine/</u>

³⁰ Maggiori informazioni sul concetto di transazione nei sistemi di gestione di basi di dati <u>https://it.wikipedia.org/wiki/Transazione_(basi_di_dati)</u>

³¹ InnoDB: <u>https://dev.mysql.com/doc/refman/5.6/en/innodb-introduction.html</u>

³² XtraDB:

https://it.wikipedia.org/wiki/XtraDB, https://www.percona.com/doc/percona-xtradb-cluster

³³ Link all'elenco aggiornato dei package per OpenWRT utili alla gestione di database: <u>https://openwrt.org/packages/index/libraries---database</u>)

³⁴ libpthread:

https://openwrt.org/packages/pkgdata/libpthread, https://en.wikipedia.org/wiki/POSIX_Threads ³⁵ libncurses: <u>https://openwrt.org/packages/pkgdata_owrt18_6/libncurses</u>, <u>https://it.wikipedia.org/wiki/Ncurses</u>

³⁶ libreadline: <u>https://en.wikipedia.org/wiki/GNU_Readline</u>, <u>https://openwrt.org/packages/pkgdata_owrt18_6/libreadline</u>

³⁷ mysql-server: <u>https://openwrt.org/packages/pkgdata_lede17_1/mysql-server</u>

³⁸ Il comando df: <u>https://www.linux.com/training-tutorials/6how-check-disk-space-linux-command-line/</u>

³⁹ Lo swap in Linux: <u>https://www.linux.com/news/all-about-linux-swap-space/</u>

⁴⁰ Il file-system ext4: <u>https://it.wikipedia.org/wiki/Ext4</u>

⁴¹ Un'ottima video guida è disponibile al link: <u>https://www.youtube.com/watch?v=3GgRKuVaH5o</u>

⁴² fdisk: <u>https://www.geeksforgeeks.org/fdisk-command-in-linux-with-examples/</u>

⁴³ GParted: <u>https://gparted.org/</u>

⁴⁴ I comandi riportati sono stati presi da <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/storage/usb-drives-quickstart</u> <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/storage/usb-drives</u>

⁴⁵ Linux mounting point: <u>http://www.linfo.org/mount_point.html</u>

⁴⁶ Una guida sulle opzioni contenute in fstab per OpenWRT è disponibile al link <u>https://openwrt.org/docs/guide-user/storage/fstab</u>

⁴⁷ Creazione cartelle da riga di comando di cartelle in Linux: <u>https://www.javatpoint.com/linux-mkdir-p</u>

⁴⁸ Il comando chmod in Linux: <u>https://www.ionos.it/digitalguide/server/know-how/lassegnazione-dei-permessi-con-il-comando/</u>

⁴⁹ Guida all'uso dell'editor di testo Linux vi: <u>http://www.coresis.com/extra/linuxcorsobase/6-4.htm</u>

⁵⁰ I comandi sono stati presi da <u>http://www.ibuyopenwrt.com/index.php/8-yun-compatible/140-install-mysql-server</u> ⁵¹ Per ulteriori switch relativi al comando mysql si guardi: <u>https://mariadb.com/kb/en/connecting-to-mariadb/</u>

⁵² Configurazione utenti in MariaDB: <u>https://mariadb.com/kb/it/gestione-degli-account/</u>, <u>https://phoenixnap.com/kb/how-to-create-mariadb-user-grant-privileges</u>

⁵³ Modifica al file */etc/config/network*:

https://forum.openwrt.org/t/solved-how-to-correctly-change-router-lans-ip-address/21654

⁵⁴ Fonti per la procedura di ripristino: <u>http://wiki.villagetelco.org/OpenWrt_Failsafe_Mode_and_Flash_Recovery</u>, <u>https://wiki.mikrotik.com/wiki/Manual:Netinstall</u>,

https://blog.ligos.net/2016-12-27/Recover-A-Broken-Mikroik-Device.html

⁵⁵ Link al download di Netinstall: https://download.mikrotik.com/routeros/6.47/netinstall-6.47.zip

⁵⁶ Lista e spiegazione dei vari moduli allocati in RAM da un'istanza del server MariaDB: <u>https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/memory-use.html,</u> <u>https://www.codepedia.org/ama/optimizing-mysql-server-settings/</u>

⁵⁷ Guida ai valori minimi consentiti per la corretta esecuzione di MariaDB: <u>https://stackoverflow.com/questions/43466124/mysql-out-of-memory-mariadb</u>

⁵⁸ Guida ufficiale di MariaDB riguardante la voce su performance_schema: <u>https://mariadb.com/kb/it/performance-schema-overview/</u>

⁵⁹ Articolo descrittivo e di utilizzo di performance_schema, nonché dell'entità del suo impatto sulle performance del server MariaDB: https://engineering.linecorp.com/en/blog/mysql-research-performance-schema-instruments/

⁶⁰ Valore di default di occupazione di memoria centrale di performance_schema: https://mariadb.com/resources/blog/starting-mysql-on-low-memory-virtual-machines/

⁶¹ Pagina concernente i moduli relativi a Inno_DB che vengono implementati in fase di startup sono disponibili al link <u>https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/innodb-parameters.html</u>

⁶² Valore di default di occupazione di memoria centrale di Inno_DB: https://mariadb.com/resources/blog/starting-mysql-on-low-memory-virtual-machines/

⁶³ Articolo sull'errore mysqld out-of-memory: https://bobcares.com/blog/mysqld-out-of-memory/

⁶⁴ Pagina di MariaDB sul parametro innodb_buffer_pool: https://mariadb.com/kb/en/innodb-buffer-pool/ ⁶⁵ Descrizione e calcolo percentuale della dimensione di innodb_buffer_pool_size rispetto alla RAM disponibile:

https://www.speedywp.it/ottimizzazione-mysql-come-scegliere-il-valore-di-innodb-bufferpool/

⁶⁶ Pagina di MySQL su innodb_log_buffer_size: <u>https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/innodb-parameters.html#sysvar_innodb_log_buffer_size</u>

⁶⁷ Pagina di MySQL su innodb_log_buffer_size: <u>https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/innodb-</u> parameters.html#sysvar_innodb_use_native_aio

⁶⁸ Pagina di MariaDB su key_buffer_size: <u>https://mariadb.com/kb/en/optimizing-key_buffer_size/</u>