

Guifibages i guifi.net : Xarxes ciutadanes sense fils

Ramon Navarro Bosch ramon@epsem.upc.edu
Albert Marimon Aragonés a.marimon@callusdigital.org
Josep Martin Torilo jmartin@epsem.upc.edu
Albert Homs Gall alberthoms@gmail.com
Carles Bruguera Artero carles.bruguera@guifi.net
Miquel Martos miquelmartos@guifi.net

July 2006

Abstract

Durant l'últim any guifibages ha estat treballant en un projecte per tal d'impulsar una comunicat wireless a manresa gràcies a una subvenció de l'ajuntament. Després d'un any de treball s'ha dissenyat i implementat una xarxa trocal basada en openwrt i voyage linux sobre WRT54G i WRAP, una xarxa en malla per als usuaris usant el protocol OSLR basada en freifunk sobre WRT54G. Per tal de solventar el problema del roaming i la connexió de totes les cel·les OLSR s'ha usat el programa OpenVPN. Un dels objectius principals del projecte és l'ús de programari lliure en tota la seva implementació. El resultat és l'experiència en muntar una xarxa vàlida per ciutats denses i amb la possibilitat d'interconnectar amb altres nuclis i xarxes.

1 Introducció

Durant l'any 2005 un grup de persones de Manresa van decidir presentar un projecte a l'ajuntament per a muntar un conjunt de jornades per apropar les xarxes sense fils a la ciutadania. Aquest conjunt de gent es va fer dir guifibages. D'aquesta iniciativa se'n han produït 5 jornades on s'ha intentat aproximar la tecnologia sense fils als ciutadans manresa. A part d'aquesta missió, es va proposar com a objectiu el desenvolupament i estudi d'una xarxa per a implantar al bages i per poder interconnectar tots els ciutadans. Aquest article va sobre com hem fet aquesta xarxa tècnicament usant únicament programari lliure.

Per tal d'entendre com fer aquesta xarxa vam fer un anàlisi de la xarxa de guifi.net, una xarxa que solventa la falta de connectivitat en un entorn rural com es osona. A partir del funcionament d'aquesta vam estudiar la manera de poder implantar una xarxa mixta entre un entorn rural i un entorn ciutadà.

2 Coses Bàsiques

Per tal de poder tenir una xarxa lliure ciutadana tècnicament es necessiten els següents elements :

- Aparells embedded i antenes que permetin tenir una connexió sense fils
- Firmwares basats en programari lliure que permeti gestionar els aparells
- Eines de gestió per tal de poder conèixer la localització dels aparells, la configuració i la monitorització

Primer analitzarem que hi ha al mercat per cada una d'aquests elements, després com funciona guifi.net segons aquests paràmetres. Finalment analitzarem com funciona i que aporta guifibages.

2.1 Aparells i antenes

Dins el món dels aparells en tenim de 2 tipus bàsics : els que són barats, de joguina, basats en l'arquitectura de broadcom i els cars, professionals, basats normalment en una arquitectura i386.

- **Broadcom** : Linksys WRT54G, WRT54GL, WRT54GS, Buffalo, Netgear, ... Tots aquests aparells tenen entre 2 i 8 Mb de Flash, de 16 a 64 Mb de memòria RAM, una placa basada en el disseny de broadcom amb emulació de MIPS i amb una controladora wifi broadcom o atheos. Aquest hardware acostuma a tenir un preu de 50 a 100 euros.
- **i386** : Aquestes plataformes ens permeten instal·lar des d'un sistema basat en Debian a un sistema operatiu propietari específic per sistemes sense fils. Són més cars però ens permeten escollir més d'una controladora sense fils per aparell i triar quina es vol usar. Majoritàriament s'usen plaques mini-pci atheos ja que hi ha molt suport en programari lliure.
 - **Mikrotik** [mik]: Conjunt de hardware i software amb una placa routerboard i el sistema operatiu propietari RouterOS. Aquest pac té un preu elevat però permet simplificar molt la gestió de la xarxa ja que disposa d'un interfície fàcil d'usar.
 - **Wrap + voyage** [WRA] [voy] : Els Wrap són de hardware i386 (uns geodes) amb 128 Mb de RAM i la possibilitat de un HDD en una CF. Aquests aparells permeten tenir en la CF igual que els Mikrotik qualsevol distribució basada en i386. Concretament voyage és una basada en debian que permet aprofitar tot

el coneixement de l'administració de sistemes en debian per a la seva gestió.

En l'espai de les antenes hi ha molta diversitat però podriem dividir aquestes en els grups següents :

- Directives : antenes que tenen un feix (5-10 graus) poc obert i que permeten arribar molt lluny.
- Sectorials : antenes que tenen un feix (60-120 graus) obert que permet donar cobertura a un gran espai en una direcció però amb poca distància.
- Omni-direccionals : antenes que tenen una obertura total (360 graus) que permeten donar la màxima cobertura en zona al voltant de l'antena però a menys distància.

A part del tipus d'antena el rendiment el podrem valorar amb els següents factors :

- 2.4 Ghz - 5Ghz : La primera té molta millor capacitat d'atrevejar objectes i d'arribar més lluny amb la mateixa potència. Tot i això la quantitat d'objectes que van a 2.4 Ghz ens produeix moltes interferències.
- Dbi : Guany que dona l'antena sobre la senyal

2.2 Firmwares

La llista de firmwares és llarga però aquests són els més usats :

OpenWRT [ope] : distribució base dels aparels basats en les plaques broadcom. Seria l'homolog a debian en el món de les distribucions per sistemes embotrats. Aquesta distribució ens permet escollir quins paquets volem instal·lar i està pensada per funcionar en molts aparells. És la més complexa d'administrar ja que no porta interfície web.

Freifunk [fre] : distribució basada en openwrt però que aporta una configuració i una interfície gràfica per administrar una xarxa mesh OLSR.

DD-Guifi/DD-WRT [DD-] : distribucions basades en openwrt però orientades a un públic final d'un nivell no tecnològic. Porta una interfície web per a la gestió.

3 Guifi.net [guia]

Guifi.net és una xarxa informàtica oberta i lliure, nascuda fruit de la iniciativa ciutadana i a la que ens hi anem afegint particulars, institucions i

empreses. Intentem basar la feina que fem en el principi "think global, act local" (pensa en el conjunt però actua en allò que tens a prop).

Actualment (6-6-2006) la xarxa disposa de 734 nodes operatius, i 832 enllaços actius, 264 dels quals son enllaços punt-a-punt connectant routers troncal, i 559 connectant clients.

3.1 Alguns conceptes

- Node = localització on hi ha 1 o + routers
- Node client = node amb 1 router enllaçat a un supernode
- Supernode = node amb 2 o + routers, típicament fent 'd'ap i/o enllaçant amb altres supernodes.

La topologia de la xarxa és base en topologia NMBA, entenent el conjunt total com una malla parcial.

3.2 Tecnologia

La tecnologia que portem fent servir desde fa dos anys és la wi-fi 802.11. Els routers que hem utilitzat fins fa poc només suportaven 802.11bg 2.4 Ghz. Actualment estem experimentant i muntant els primers trams amb 802.11a 5 Ghz, per a enllaços troncal.

3.3 Routers

Desde practicamente el principi del desplegament, es fan servir routers Linksys WRT54G, i més recentment Buffalos amb el firmware modificat. Al llarg dels últims 2 anys, a causa de diverses circumstàncies, hem anat adaptant canviant al que teniem a disposició, (WRT54GL, WRT54GS, WHRG54) però basicament ens hem mogut pels diversos models de linksys i buffalo compatibles amb el firmware Alchemy (inicialment) i el firmware DD-GUIFI, basat en DD-WRT, amb certes adaptacions per fer-lo compatible amb la xarxa guifi.net. Recentment, estem instalant diversos nodes amb routers Mikrotik, que suporten fins a 6 tarjes 802.11abg MiniPCI, el que ha suposat un gran canvi qualitatiu, ja que ens permeten + flexibilitat i accedir a tecnologia de 5 Ghz.

3.4 Antenes

Fem servi diverses antenes per fer els desplegaments en funció de l'ús que sels hi ha dona: per fer enllaços punt a punt, es fan servir antenes directives de reixeta, d'entre 15 i 24 db. Per donar cobertura a una zona extensa, s'utilitzen antenes sectorials de 120° d'entre 12 i 14 db. Ocasionalment s'han utilitzat antenes omnidireccionals, pero molt escassament, donat el millor

rendiment que ens donen les sectorials. Per els enllaços client, normalment fem servir desde les antenes omnidireccionals de serie dels routers de 6 db, a antenes planars o yaguis d'entre 8 a 14 db. Tot aixó en quant a 2.4 Ghz, per la banda dels 5 Ghz, estem utilitzant antenes planars de 22 db.

3.5 Adreçament

L'adreçament es fa amb subnetting /27 per les ip's publiques dels routers, i subnetting /30 pels enllaços punt-a-punt, (ja sigui per cable o wireless), sobre rangs assignats per freenetworks. En el cas de guifi.net a Osona, sobre el rang 10.138.0.0/18 per les ip's publiques i sobre el 172.25.0.0/19 per les ip's d'enllaç.

L'elecció d'un subnetting /27 deixa 29 adreces disponibles per a enllaços clients quan es tracta de routers fent de punt d'accés. Aixó s'ha fet així, basant-se en certa manera en la capacitat dels aparells utilitzats, que típicament es diu que el límit funcional de connexions que suporten son de 20-25. Les experiències fins ara, ens diuen que poden suportar bastant be els 29 clients sensefils que tenen molts dels routers en funcionament actualment.

3.6 Enrutament

L'enrutament és dinàmic i es fa mitjançant el protocol OSPF. Típicament, en un principi, tot i que es va optar per un enrutament dinàmic per poder suportar un cert creixement, no es va veure necessari el fet de incorporar àrees OSPF, amb lo qual tota la xarxa OSPF actual esta en única area 0. Actualment, estem estudiant diverses solucions donada la situació actual (taules d'enrutament amb + de 450 entrades), que ens permetin una reducció de les rutes.

3.7 Supernodes

Els supernodes són el pilar de la xarxa guifi.net. La finalitat del supernode, és de reunir en un sol punt, diversos routers, destinant a cadascun una feina diferent. Un supernode bàsic consta de 2 routers, en mode AP, amb l'OSPF activat, enllaçats entre si a traves de cable, cadascun per un canal diferent. Un d'ells esta destinat a donar cobertura a clients, i l'altre a fer un enllaç punt-a-punt amb d'altres supernodes. A partir d'aquí, seguint la mateixa estructura, tenim supernodes de fins a 8 routers, fent diversos enllaços cap a altres supernodes, i/o amb diversos punts d'accés.

Actualment estem canviant el mètode de muntar supernodes desde que utilitzem routers mikrotik, ja que amb un sol router, ens permet de muntar un supernode amb diversos radios wifi, cada una funcionant independentment a 2.4 o 5 Ghz.

3.8 Enllaços

Bàsicament podriem distingir entre 3 tipus d'enllaços:

Enllaços Client : Conecten un router client amb un punt d'accés, el client utilitza una ip de la subxarxa /27 de l'AP. Solen ser enllaços idealment de com a molt 1.5-2 Km, tot i que sempre hi ha alguna excepció

Enllaços WDS : Conecten dos routers troncs, mitjançant una subxarxa /30 punta-punt. Hem arribat a fer algun enllaç de + de 10 Km estable en 2.4 Ghz i de 17 km amb 5 Ghz.

Enllaços per cable : Inicialment, per fer els enllaços per cable, configuravem les 4 vlans dels routers de manera que disposavem de la vlan1 per connectar a la subxarxa /27 del router, i les altres tres ens servien per fer enllaços vlanX-vlanX entre radios fent servir subxarxes /30. En certes ocasions, quan incompatibilitats entre versions de hardware i/o de firmware, no ens permeten la comunicació entre vlans, els enllaços de cable els fem a través del port WAN, usant una ip de la subxarxa /27 del router al qual volem connectar. Solen ser enllaços curts de pocs metres.

3.9 Gestió de la xarxa

Per gestionar tota la xarxa, s'ha desenvolupat una eina de gestió via web, accessible lliurement desde www.guifi.net. que permet donar d'alta els nodes, els aparells, els enllaços entre ells, planificar el desplegament tant de zones, nodes com de enllaços, mitjançant mapes i perfils d'elevació. L'aplicació té un motor d'assignació d'ip's, que s'encarrega de controlar i assignar les adreces per el nous aparells que s'afegeixen.

Per configurar els aparells existeix un sistema anomenat "unsolclic" que genera configuracions en funció de les dades del sistema. Aquestes configuracions es poden introduir directament als routers, quedant aquest totalment configurats. Mica en mica s'ha anat ampliant el suport cap a diferents routers i diferents firmwares.

3.10 Monitorització de la xarxa

Hem desenvolupat un sistema de monitorització descentralitzat basat en MRTG i SNMP per l'obtenció de dades, i RRDTOOL per a l'emmagatzematge de les dades i la creació de gràfiques, integrades amb al gestió de xarxa.

Hi han 2 tipus de monitorització actualment: Disponibilitat, i trànsit: aquestes dades, es combinen en diverses gràfiques, desde individuals de trànsit i disponibilitat, a gràfiques conjuntes amb el transit de tots els routers d'un supernode, o gràfiques amb el trànsit dels clients d'un AP. El sistema està completament automatitzat, de manera que cada aparell nou comença

a ser monitoritzat poc després de ser donat d'alta, i cada zona pot assignar el seu propi servidor per fer la monitorització.

- Un exemple el node de les gràfiques de transit : <http://guifi.net/ca/dipcoll>
- Un exemple de unsolclic : <http://guifi.net/ca/guifi/device/494/view/unsolclic>

4 GuifiBages [guib]: A la Ciutat + Guifi.net

A la ciutat hi han diferents aspectes que són importants de tenir en compte alhora de dissenyar una xarxa :

- El contingut més important (internet) és d'un accés fàcil i ràpid ja que amb les ADSL es pot aconseguir grans caudals d'internet a un cost baix. Per aquesta raó la funció principal de la xarxa no és l'accés estable a internet.
- Hi ha una densitat molt elevada d'aparells wifi, en la ciutat de manera un recorregut pels seus carrers ens va donar un total de 1100 radios diferents aprox. Aquest fet ens fa que les interferències siguin un problema.
- L'elevació dels edificis, la falta de visibilitat en molts punts i la dificultat de trobar llocs elevats fa que sigui un problema poder fer enllaços llargs i fiables.

Per aquesta raó des de guifibages vam decidir apostar per una tecnologia emergent : el protocol OLSR i les xarxes Manet (ad-hoc). Aquesta tecnologia el que permet és tenir un protocol d'enrutament que millori amb la densitat.

4.1 Xarxa Olsr

La xarxa olsr es pot muntar usant qualsevol aparell dels descrits anteriorment i/o firmwares. A guifibages vam escollir l'ús de freifunk ja que portava una interfície web fàcil d'administrar per un usuari no tècnic. Arran d'aquesta decisió es va traduir al català la interfície i en aquests moments està diponible a la web oficial de freifunk.

El protocol OLSR ens permet:

- al tenir un conjunt d'aparells oberts anar enrutant-se a mesura que van detectant nous aparells al seu voltant. Aquest fet aporta una mobilitat dels diferents aparells.

- la possibilitat d'usar-lo en portàtils, PDA's i altres aparells mòbils. La implementació està tan en Windows, Mac OS com en Linux.
- tenir 2 nodes que no poden tenir connexió per que no s'arriben amb la senyal sense fils i al obrir un nou aparell al mig que si que veu els dos, automaticament, permetre l'enrutament entre tots ells.
- tenir tot un rang per tota la xarxa sense fils ja que enruta els aparells un a un en format host.
- balancejar el recorregut dels paquets pel camí més ràpid
- tenir diferents aparells connectats a una interfície per cable amb un conjunt d'ips privades i publicar dins la xarxa OLSR una ip de les privades com una més de les accessibles.
- definir alguns aparells com a nodes de sortida a una altra xarxa
- poder generar fitxers .dot de l'estructura de la xarxa

A través del firmware freifunk vam poder facilment comprovar el funcionament d'una xarxa d'aquest estil ja que la seva implantació és tan senzilla com anar obrint freifunks i a mesura que es van trobant es van enrutant. La configuració dels aparells amb aquest firmware l'estem fent de forma manual ja que la interfície web es prou senzilla al només demanar pocs valors. Tot i això hem establert un procediment en la web per a la configuració d'aquest.

4.2 Xarxa troncal i xarxa ospf

El problema de la solució anterior és que en el cas de voler cobrir una gran superfície de ciutat amb aquesta tecnologia ens arisquem que els que estan en una punta no puguin veure els que hi han a l'altra banda ja que no hi ha prous nodes en algun punt intermig o que es carreguin molt alguns nodes de baixa qualitat.

Per tal de solventar aquest problema vam decidir dissenyar una infraestructura troncal basada en el sistema d'enrutament OSPF a la zona 0. Aquest ens permet muntar una xarxa amb una alta estabilitat i pocs canvis. Aquesta xarxa ens permet poder connectar les diferents zones de manresa amb una xarxa paral·lela d'alta velocitat. Aquesta xarxa té qualitat de servei implementada i s'usen enllaços a 5Ghz i a 2.4 amb aparells WRAP i la distribució basada en debian voyage. Aquests aparells tenen una configuració a mà ja que requereixen del màxim rendiment. En alguns d'aquests aparells hi han configurats proxys per donar connexió a internet amb nom d'usuari i password ja que en tota la xarxa s'ha desestimat l'ús de la ruta per defecte. Aquesta xarxa s'estructura en supernodes on hi han aparells que prologuen la xarxa troncal i aparells que fan de connectors a la

xarxa OLSR. En els aparells OLSR s'ha decidit posar com a ruta per la xarxa troncal algun dels WRAP del supernode.

A part de la xarxa troncal zona 0, en alguns supernodes hi han aparells que ens permeten ser punt d'unió a una altra zona no troncal que permet expandir la xarxa cap a les zones rurals o espais on es requereix d'una xarxa troncal estable. Per tal de fer aquestes connexions s'ha usat el firmware openwrt i aparells linksys configurats a ma.

4.3 OpenVPN

El problema de la infraestructura anterior és : Tot i que els aparells que tinguin el protocol OLSR i estiguin en un supernode connectats a la xarxa troncal ens permeten accedir des de la xarxa OLSR a la xarxa troncal no connecten els diferents aparells de la xarxa OLSR que estan a gran distància. Per aquesta raó es va decidir la creació de túnels OpenVPN que ens permeten interconnectar els diferents aparells entre ells amb ip's de la xarxa OLSR. D'aquesta manera i avisant al dimoni del olsr ens permet calcular el cost de passar pel túnel i permetre emular que els altres aparells estan en la mateixa subxarxa. Aquest fet configurat a ma és costós a nivell de configuració, però ens permet que si volem que dos zones tinguin millor connexió crear més túnels entre aquestes.

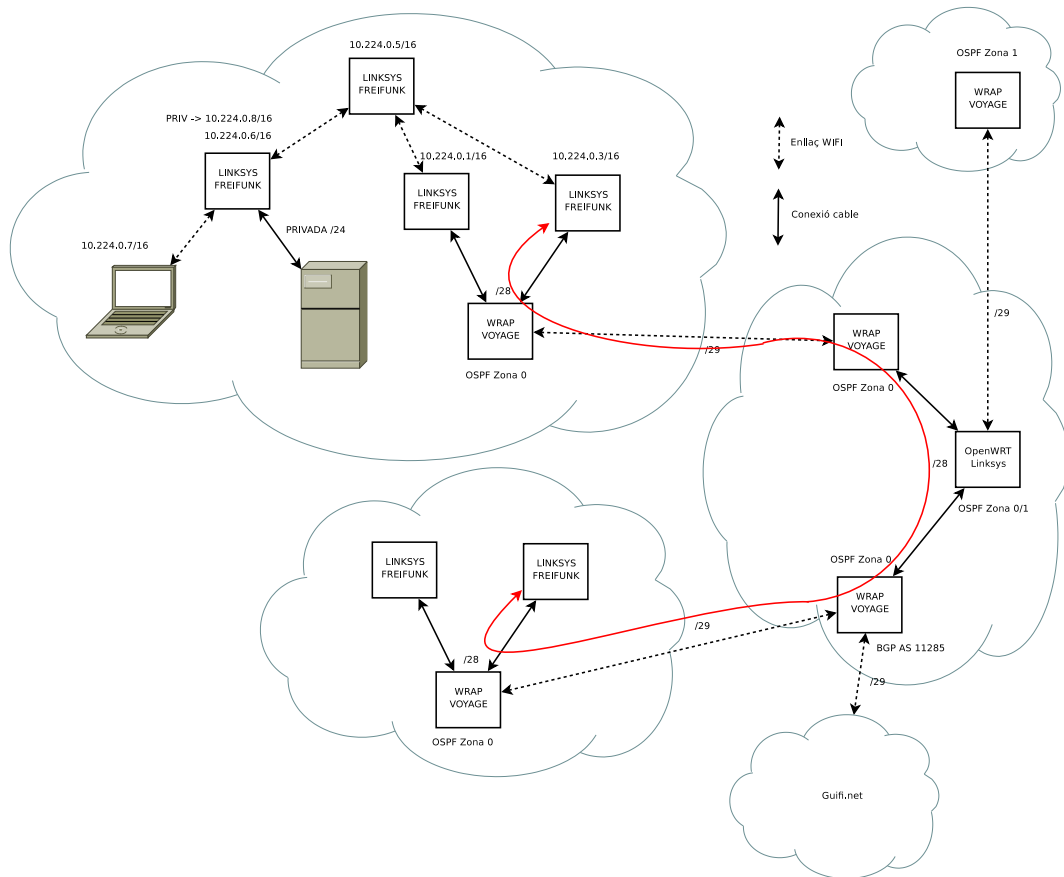
4.4 BGP

Tota xarxa basada en protocol d'enrutament OSPF té una limitació de rutes amb el qual a partir d'un cert tamany s'ha de segmentar en diferents AS. Per aquesta raó la xarxa de guifibages està pensada per tenir la xarxa fins ara descrita per Manresa i les serves rodalies i a partir d'aquí connectar amb altres xarxes amb OSPF a través del protocol BGP. Per exemple està estudiat un enllaç via BGP amb la xarxa de guifi.net a través d'un enllaç d'internet o d'un possible punt de trobada de les dugues xarxes.

4.5 Eines de gestió

Per tal de gestionar la xarxa, guifibages no ha pogut dedicar temps a aquesta feina però es el punt on actualment es dediquen més forces intentant desenvolupar una eina que no suposi un cos elevat de manteniment, una facilitat d'ús i adaptada a les necessitats de la xarxa mixta entre OLSR, OSPF i aparells amb firmware lliure sense usar les variables nvram.

5 GuifiBages



6 Conclusions

6.1 Guifi.net

Veient l'escenari actual de guifi.net osona. podem dir que :

- Hi ha dos criteris dels que es van fer servir desde un principi que han estat CRUCIALS per arribar al nivell de desplegament on hem arribat : el fer el plantejament de la xarxa en una eina de gestió amb generació automàtica de configuracions, i el triar OSPF com a protocol d'enrutament. Creiem que d'altra manera difícilment hauriem arribat a tenir + de 20 aparells enllaçats sense perdre els nervis o llençar la tovallona, partint de la base altruista i comuniraria, que te la xarxa.
- Un altre aspecte important es que en tot moment ens hem espabillat amb el que teniem entre mans i ens era assequible, superant les limitacions que ens hem trobat pel camí : és molt fàcil el discurs de

“esperem a la tecnologia B que ens solucionara lo que no ens soluciona la A” Amb aquesta filosofia encara seria hora de muntar el primer node esperant el Wimax o altres.

6.2 GuifiBages

A part de les conclusions de la xarxa mare guifi.net guifibages aporta les següents conclusions.

- Cada espai on es vol implantar una xarxa sense fils avans s’ha d’estudiar amb cura quina tecnologia es vol acabar usant.
- L’ús del protocol OLSR ens permet tenir una millor cobertura en espais molt densos, com per exemple ciutats.
- L’ús del protocol OSPF ens dona una estabilitat i ample de banda més elevat que l’OLSR.
- L’ús de firmware completament lliures ens obliga a entendre millor com funciona la tecnologia i com configurar-la ja que poques vegades es troven interfícies amigables i fàcils d’usar.
- Hi han moltes eines de gestió de xarxes però qualsevol disseny nou i/o l’ús de dispositius diferents normalment fa difícil el reaprofitar-les. El desenvolupament d’una eina per a la gestió de guifibages és una de les feines en el futur, intentant usar programes com el cfengine, MRTG, nagsios, rsync i plone com a gestor dels nodes.

References

- [DD-] <http://www.guifi.net/guifi.dir/FIRMWARES/wrt54gl/dd-guifi/>.
- [fre] <http://www.freifunk.net>.
- [guia] <http://www.guifi.net>.
- [guib] <http://guifi.catux.org>.
- [mik] <http://www.mikrotik.com/>.
- [ope] <http://www.openwrt.org>.
- [voy] <http://www.voyage.hk/software/voyage.html>.
- [WRA] <http://shop.tronico.net/>.