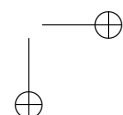
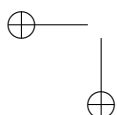
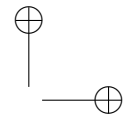
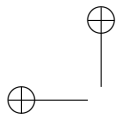


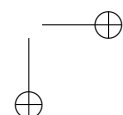
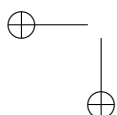
Índice general

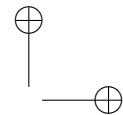
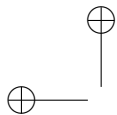
Prefacio	xxiii
1 Debian GNU/Linux	1
1.1. UNIX	1
1.2. El fin del software libre	2
1.3. GNU	3
1.4. Linux	4
1.5. GNU/Linux	4
1.6. Debian GNU/Linux	5
2 Shell	9
2.1. GNU Bash	10
2.2. Valor de retorno	11
2.3. Opciones	12
2.4. Procesos	13
2.4.1. Trabajos	14
2.4.2. Otros modos de identificar procesos.	15
2.5. Entrada, salida y salida de error	16
2.6. Redirección	17
2.7. Usuarios y grupos	21
2.7.1. Propietarios y permisos	22
2.8. Paquetes	24
2.8.1. Repositorios de paquetes	25
2.8.2. Cómo encontrar paquetes	27





2.9. Servicios	28
2.10. Parámetros del núcleo	30
3 Python	33
3.1. ¡A programar!	33
3.2. Variables y tipos	34
3.3. Tipos de datos	34
3.3.1. Valor nulo	34
3.3.2. Booleanos	35
3.3.3. Numéricos	35
3.3.4. Secuencias	35
3.4. Módulos.	37
3.5. Estructuras de control.	37
3.6. Indentación estricta	38
3.7. Funciones	38
3.8. Python <i>is different</i>	39
3.9. Hacer un ‘ejecutable’	39
3.10. Orientado a objetos	40
3.11. <i>Type checking</i>	40
4 Internet	43
4.1. Tecnología Internet	44
4.2. Protocolos	45
4.3. Pila de protocolos	47
4.4. Modelo OSI	48
4.4.1. Direccionamiento físico vs. lógico	49
4.5. Modelo TCP/IP	49
4.6. Modelo híbrido.	50
4.7. Qué no es Internet.	51
4.7.1. Internet no es la web	51





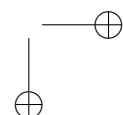
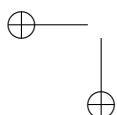
4.7.2.	Internet no es la nube	51
4.7.3.	Internet no es TCP/IP	51
4.7.4.	Internet no es un empresa u organización	52

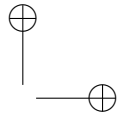
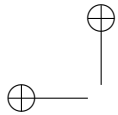
5 Protocolos esenciales 53

5.1.	Encapsulación	54
5.2.	Protocolos de enlace	57
5.3.	Ethernet	59
5.3.1.	Interfaces de red	59
5.3.2.	Trama Ethernet	60
5.3.3.	Direcciones MAC	61
5.3.4.	Conectividad Ethernet	63
5.4.	PPP	64
5.5.	IP	65
5.5.1.	Interfaces de red	65
5.5.2.	Paquete IP	66
5.5.3.	Direcciones IP	68
5.5.4.	Conectividad IP	69
5.6.	ARP	69
5.7.	ICMP	72
5.7.1.	Conectividad IP	74
5.8.	UDP	76
5.8.1.	Datagrama UDP	77
5.8.2.	Conectividad UDP	79
5.9.	TCP	79
5.9.1.	Segmento TCP	80
5.9.2.	Capturando una conexión TCP	82
5.9.3.	Conectividad TCP	83

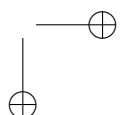
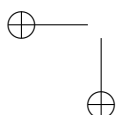
6 Sockets 85

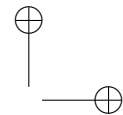
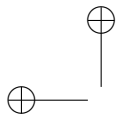
6.1.	Programación de redes	86
------	---------------------------------	----



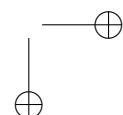
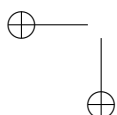


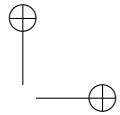
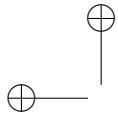
6.2.	La clase socket	86
6.3.	Puertos	87
6.4.	Comunicación UDP	89
6.5.	Servidor TCP	92
6.6.	Cliente TCP	94
6.7.	Flujos de datos y E/S parcial	95
6.7.1.	Envío TCP	96
6.7.2.	Recepción TCP	97
6.7.3.	Bandera de fin de mensaje	98
6.7.4.	Tamaño del mensaje en la cabecera	100
6.8.	Sockets como archivos	101
6.9.	Gestión explícita de buffers	103
6.10.	Fin de la comunicación TCP	104
6.11.	Manejo de errores	105
6.11.1.	Context manager	107
6.12.	Netcat	108
6.12.1.	Sintaxis básica	109
7	Direccionamiento IP	115
7.1.	Qué es una dirección IP y su formato	115
7.2.	Máscara de red	116
7.3.	Direccionamiento con clases	117
7.3.1.	<i>Subnetting</i>	118
7.3.2.	Ejemplo de <i>subnetting</i>	119
7.4.	Direccionamiento sin clases	120
7.4.1.	VLSM	121
7.4.2.	Bloques /30	121
7.4.3.	Ejemplo de VLSM	122
7.5.	Direcciones especiales	126



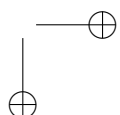
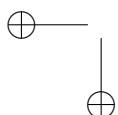


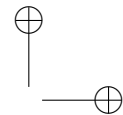
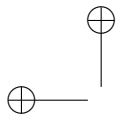
8 Interconexión	129
8.1. Almacenamiento y reenvío	130
8.2. Entrega directa vs. indirecta	133
8.3. Tabla de encaminamiento	134
8.3.1. Analizando la tabla de ejemplo	136
8.3.2. Tabla de nodo final	137
8.4. Agregación	138
8.5. Un par de ejemplos detallados	140
8.5.1. Escenario 1: entrega local	140
8.5.2. Escenario 2: dos saltos	142
8.6. Mensajes de control de interred (ICMP)	143
8.6.1. Destino inalcanzable (<i>Destination unreachable</i>) . . .	145
8.6.2. Tiempo excedido (<i>Time exceeded</i>).	147
8.6.3. Problema en parámetro (<i>Parameter problem</i>)	148
8.6.4. Supresión al origen (<i>Source quench</i>)	148
8.6.5. Redirección (<i>Redirect</i>)	148
8.6.6. Ping (<i>Echo</i>)	149
8.6.7. Marca de tiempo (<i>Timestamp</i>)	151
8.6.8. Información (<i>Information</i>) y máscara (<i>Address mask</i>)	152
8.6.9. Solicitud y anuncio de router	152
8.7. Fragmentación	152
8.7.1. No fragmentar.	161
8.7.2. Descubrimiento de MTU	162
9 Encaminamiento dinámico	165
9.1. Algoritmos y protocolos de encaminamiento	166
9.2. Sistemas autónomos	167
9.3. Topología de referencia: triple delta	168
9.4. Redundancia	169
9.5. La ruta más corta	170



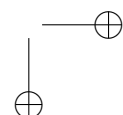
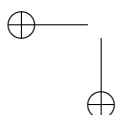


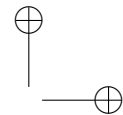
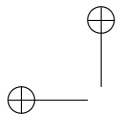
9.6. Vector-distancia	171
9.6.1. Problemas y limitaciones de vector-distancia	174
9.6.2. RIP	175
9.7. Estado de enlace	176
9.7.1. OSPF	177
9.8. Vector-ruta y BGP	177
9.9. Laboratorio de encaminamiento Delta	179
9.9.1. Encaminamiento estático.	183
9.9.2. Zebra.	184
9.9.3. Encaminamiento RIP	185
9.9.4. Encaminamiento OSPF	188
9.9.5. Reacción ante fallos.	189
10 Configuración IP	193
10.1. Configuración manual	193
10.2. Configuración automática con DHCP	195
10.3. Servidor DHCP	199
11 Confiabilidad y control de flujo	203
11.1. Parada y espera	205
11.2. Repetición continua	206
11.3. Repetición selectiva	208
11.4. Confiabilidad en comunicaciones duplex.	210
12 Confiabilidad y control de flujo en TCP	211
12.1. Conexión	212
12.2. Tamaño máximo de segmento	214
12.3. Desconexión	216
12.3.1. Tiempo de silencio	218
12.4. Reset	218
12.5. Control de flujo en TCP	220



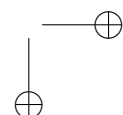
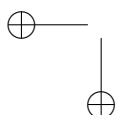


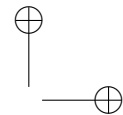
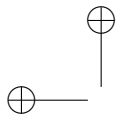
12.6. Ventanas de envío y recepción	222
12.7. RTO: el temporizador de retransmisión	224
12.8. El síndrome de la <i>ventana tonta</i>	229
12.9. Cierre de la ventana	230
12.10. Confirmación selectiva	230
12.11. Aplicaciones interactivas	232
12.12. Control de errores	233
12.12.1. Segmento perdido/corrupto	233
12.12.2. Confirmación perdida/corrupta	233
12.12.3. Segmento duplicado	234
12.12.4. Segmento fuera de orden	235
12.12.5. Confirmación duplicada	236
12.12.6. Demasiadas retransmisiones	237
12.13. <i>Keep alive</i>	237
13 Control de congestión	239
13.1. Carga, capacidad y congestión	239
13.2. Control de congestión	242
13.2.1. Técnicas preventivas	242
13.2.2. Técnicas reactivas.	243
13.3. Control de flujo vs. control de congestión	244
13.4. Supresión al origen.	244
13.5. Control de congestión en TCP	245
13.5.1. Arranque lento (<i>slow start</i>)	246
13.5.2. Evitación de congestión (<i>congestion avoidance</i>)	247
13.6. Decrecimiento multiplicativo	248
13.6.1. Indicios de congestión	249
13.6.2. Modelo simplificado.	251
13.7. Gestión activa de colas	253
13.7.1. ECN en TCP	254
13.7.2. ECN con otros protocolos	256



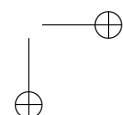
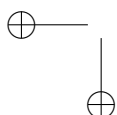


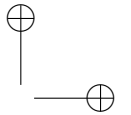
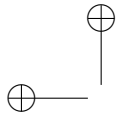
14 Cliente-Servidor	259
14.1. Upper	261
14.2. Servidor TCP	261
14.3. Cliente TCP	263
14.4. Servidor TCP multihilo	265
14.5. Forzando los límites	266
14.6. Servidor TCP multiproceso	267
14.7. Servidor UDP	271
14.8. Servidor UDP multiproceso	274
14.9. Servidor UDP multihilo	276
14.10.socketserver.	277
14.11.Operaciones bloqueantes	279
14.12.Alternativas a la E/S bloqueante	279
14.13.Servidor TCP asíncrono con <code>select()</code>	281
14.14.Servidor TCP asíncrono con <code>asyncio</code>	283
14.15.Cliente TCP asíncrono con <code>asyncio</code>	286
14.16.Servidor UDP asíncrono con <code>asyncio</code>	287
15 Publicador-Suscriptor	291
15.1. Chat UDP para dos	292
15.1.1. Paso 1: Mensaje unidireccional	292
15.1.2. Paso 2: Devuelve el saludo	294
15.1.3. Paso 3: Libertad de expresión	294
15.1.4. Paso 4: Habla cuando quieras	296
15.1.5. Paso 5: Todo en uno	298
15.2. Chat asíncrono con <code>select()</code>	299
15.3. Chatroom UDP	301
15.4. Chatroom TCP	303
15.5. Chatroom con MQTT	305



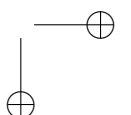
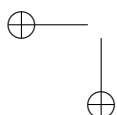


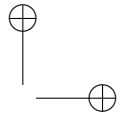
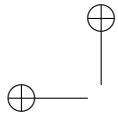
16 Calidad de servicio	309
16.1. Tasa de transferencia	310
16.1.1. Tasa instantánea	311
16.1.2. Promedio acumulado (CA).	311
16.1.3. Media móvil simple (SMA).	312
16.1.4. Media móvil exponencial (EMA).	313
16.1.5. Consideraciones sobre el cálculo de tasa	314
16.2. Control de flujo TCP como limitador de tasa	315
16.3. Limitación de tasa en el receptor.	316
16.4. Limitación de tasa en el emisor.	321
17 Serialización	323
17.1. Representación, sólo eso.	324
17.2. Los enteros de Python.	325
17.3. Caracteres	326
17.4. Tipos multibyte y ordenamiento	328
17.5. Cadenas de caracteres y secuencias de bytes	330
17.6. Empaquetado.	332
17.7. Desempaquetado.	334
17.8. Formatos de serialización binaria.	334
17.9. Serialización textual	335
18 Captura y análisis	337
18.1. tshark.	338
18.1.1. Acceso privilegiado	339
18.1.2. Selección de la interfaz de captura	339
18.1.3. Limitando la captura	341
18.1.4. Filtros de captura.	341
18.1.5. Formato de salida.	341
18.1.6. Filtros de visualización.	344
18.1.7. Estadísticas	345



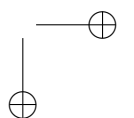
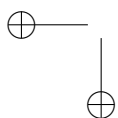


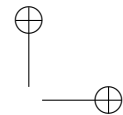
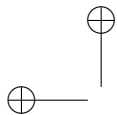
18.2. wireshark	348
18.2.1. Interfaz gráfica	348
18.2.2. Captura y filtrado	350
18.3. Captura de flujos.	353
19 Sockets raw	357
19.1. Acceso privilegiado	358
19.2. Tipos de sockets raw.	359
19.3. Sockets AF_PACKET:SOCK_RAW	359
19.3.1. Construir y enviar tramas	361
19.3.2. Implementando un <code>arping</code>	362
19.4. Sockets AF_INET:SOCK_RAW.	365
19.4.1. Capturando mensajes.	365
19.4.2. Enviando.	366
20 Redes Privadas	369
20.1. Líneas alquiladas.	369
20.2. Redes privadas TCP/IP	371
20.2.1. Direccionamiento privado	371
20.3. Conectividad en redes privadas.	372
20.3.1. Traducción de Direcciones de Red (NAT).	374
20.4. Reenvío de puertos.	377
21 DNS	379
21.1. Dominios y zonas	382
21.2. La zona raíz	384
21.3. Resolución de nombres	385
21.4. Cachés e información obsoleta	388
21.5. Configuración de zona.	390
21.6. Resolución inversa	391
21.7. Replicación	391
21.7.1. CDN	392



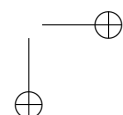
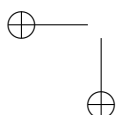


21.8. Transporte	393
21.9. Multicast DNS	393
21.10. Dynamic DNS	394
21.11. Servidores DNS <i>sinkhole</i>	395
22 SSH	397
22.1. Shell segura.	397
22.2. Configuración.	398
22.3. Acceso con clave pública	398
22.4. Autenticación con certificado	400
22.4.1. Un certificado para el usuario	400
22.5. Copia de archivos con SCP	402
23 Epílogo	403
A Comandos habituales	407
A.1. Ficheros y directorios	407
A.2. Sistema	409
A.3. Procesos	410
A.4. Usuarios y permisos	410
B Otros comandos de red	411
B.1. Otros <i>ping</i>	411
B.2. <i>mtr</i>	411
B.3. <i>ss</i>	412
C Docker	415
C.1. Imágenes	415
C.2. Contenedores	416
C.3. <i>dockerfile</i>	418
C.4. Docker Compose	418





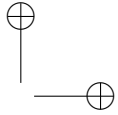
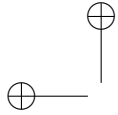
D Unidades	421
D.1. Memoria	421
D.2. Almacenamiento	421
D.3. Tasa o velocidad de transmisión	422
Referencias	429



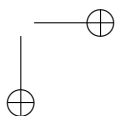
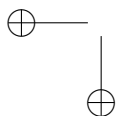


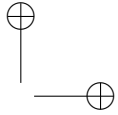
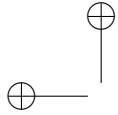
Listado de acrónimos

8P8C	Eight Position Eight Contact
A	Address
AAAA	Quad-A; DNS record for IPv6 addresses
ABR	Area Border Router
ACK	Acknowledgement
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Program Interface
AQM	Active Queue Management
ARP	Address Resolution Protocol
ARQ	Automatic Repeat reQuest
AS	Autonomous System
ASPATH	AS-PATH
ASBR	Autonomous System Border Router
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASIC	Application-Specific Integrated Circuit
ASN	Abstract Syntax Notation
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BGP	Border Gateway Protocol
BOOTP	Bootstrap Protocol
BSD	Berkeley Software Distribution
CA	Certificate Authority
CA	Cumulative Average
CAD	Computer-Aided Design
CAN	Control Area Network
CD	Continuous Delivery
CDN	Content Delivery Network
CE	Congestion Experienced
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
CI	Continuous Integration

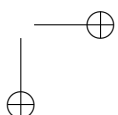
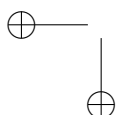


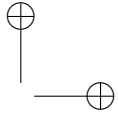
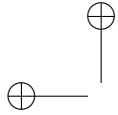
CIDR	Classless Interdomain Routing
CLI	Command Line Interface
CNAME	Canonical Name
CPU	Central Processing Unit
CR	Carriage Return
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSS	Cascading Style Sheets
CSV	Comma Separated Values
CWR	Congestion Window Reduced
D-BUS	Desktop BUS
DDNS	Dynamic DNS
DF	Don't Fragment
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNAT	Destination NAT
DNS	Domain Name System
DNS-SD	DNS Service Discovery
DoH	DNS over HTTP
DoQ	DNS over QUIC
DoS	Denial of Service
DoT	DNS over TLS
eBGP	External BGP
ECE	ECN Echo
ECMP	Equal-Cost Multi-Path
ECN	Explicit Congestion Notification
ECT	ECN Capable Transport
EGP	Exterior Gateway Protocol
EMA	Exponential Moving Average
EOL	End Of Line
ESI	Escuela Superior de Informática
E/S	Entrada/Salida
FCS	Frame Check Sequence
FQDN	Fully Qualified Domain Name
FLSM	Fixed Length Subnet Mask
FPGA	Field-Programmable Gate Array
FRR	Free Range Routing
FTP	File Transfer Protocol
FTTH	Fiber To The Home
FSF	Free Software Foundation



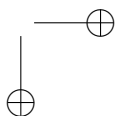
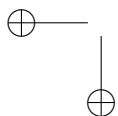


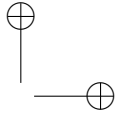
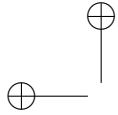
GID	Group IDentifier
GIL	Global Interpreter Lock
GNOME	GNU Network Object Model Environment
GNU	GNU is Not Unix
GPL	General Public License
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HDLC	High-Level Data Link Control
HFC	Hybrid Fiber-Coaxial
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTP/2	HTTP versión 2
HTTP/3	HTTP versión 3
HTTPS	HTTP sobre SSL
Hurd	Hird of Unix-Replacing Daemons
IANA	Internet Assigned Numbers Authority
iBGP	Internal BGP
IBM	International Business Machines
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers
ICMP	Internet Control Message Protocol
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IGMP	Internet Group Management Protocol
IGP	Interior Gateway Protocol
IHL	Internet Header Length
IMAP	Internet Message Access Protocol
I/O	Input/Output
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IPC	Inter-Process Communication
IPTV	IP Television
IPv4	IP versión 4
IPv6	IP versión 6
IPX	Internetwork Packet Exchange
IRDP	ICMP Router Discovery Protocol
ISN	Initial Sequence Number
ISO	International Organization for Standardization
ISP	Internet Service Provider
IS-IS	Intermediate System to Intermediate System



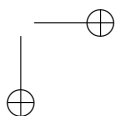
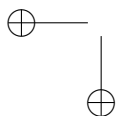


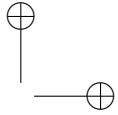
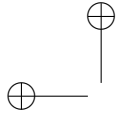
JSON	JavaScript Object Notation
KiB	Kibibyte (1 024 bytes)
LAN	Local Area Network
LCP	Link Control Protocol
LED	Light Emitting Diode
LF	Line Feed
LPM	Longest Prefix Match
LSA	Link-State Advertisement
LSB	Least Significant Bit
LSDB	Link State Database
LTE	Long Term Evolution
MD5	Message-Digest Algorithm 5
mDNS	Multicast DNS
MiB	Mebibyte (1 024 KiB)
MAC	Media Access Control
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MF	More Fragments
MitM	Man in the Middle
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
MSB	Most Significant Bit
MSL	Maximum Segment Lifetime
MSS	Maximum Segment Size
MTU	Maximum Transmission Unit
MX	Mail eXchange
NACK	Negative Acknowledgement
NAPT	Network Address Port Translation
NAT	Network Address Translation
NCP	Network Control Protocol
NIC	Network Interface Controller
NS	Name Server
ONT	Optical Network Terminal
OSI	Open Systems Interconnection
OSPF	Open Short Path First
OUI	Organizationally Unique Identifier
P2P	Peer to Peer
PAP	Password Authentication Protocol
PC	Personal Computer
PID	Process Identifier





PLPMTUD	Packetization Layer Path MTU Discovery
PMTU	Path MTU
PMTUD	Path MTU Discovery
POO	Programación Orientada a Objetos
PoP	Point of Presence
POP	Post Office Protocol
POSIX	Portable Operating System Interface; UNIX
PPP	Point to Point Protocol
PTR	Pointer
QoS	Quality of Service
QUIC	Quick UDP Internet Connections
RAE	Real Academia Española
RD	Recursion Desired
REST	REpresentational State Transfer
RED	Random Early Detection
RFC	Request For Comments
RIP	Routing Information Protocol
RIR	Regional Internet Registry
RJ45	Registered Jack 45
ROM	Read Only Memory
RSA	Rivest, Shamir y Adleman
RTO	Retransmission TimeOut
RTP	Real-time Transport Protocol
RTT	Round-Trip Time
RTTVAR	Round-Trip Time Variation
SA	Sistema Autónomo
SACK	Selective Acknowledgement
SCP	Secure Copy Protocol
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
SI	Sistema de Información
SIP	Session Initiation Protocol
SMA	Simple Moving Average
SMTP	Simple Mail Transport Protocol
SNAT	Source NAT
SND.UNA	Send Unacknowledged Number
SO	Sistema Operativo
SOA	Service Oriented Architecture





SPT	Shortest Path Tree
SRT	Service Response Time
SRTT	Smoothed Round-Trip Time
SRV	Service
SSH	Secure SHell
SSL	Secure Socket Layer
SYN	Synchronization
SWS	Silly Window Syndrome
TFTP	Trivial File Transfer Protocol
TCB	Transmission Control Block
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Arquitectura de protocolos de Internet
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
TLD	Top Level Domain
TLS	Transport Layer Security
TOML	Tom's Obvious, Minimal Language
ToS	Type of Service
TTL	Time To Live
TTY	TeleTYpewriter
TXT	Text
UCLM	Universidad de Castilla-La Mancha
UID	User Identifier
UDP	User Datagram Protocol
URI	Universal Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
USB	Universal Serial Bus
UTF	Unicode Transformation Format
UTF8	UTF de 8 bits
UUID	Universally Unique Identifier
VLSM	Variable Length Subnet Mask
VM	Virtual Machine
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WiFi	Wireless Fidelity
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language
YAML	YAML Ain't Markup Language
ZWP	Zero Window Probe

