

# **La console linux: questa sconosciuta (o quasi)**

**r1.2 - 4/11/2005**

Copyright (c) 2005 WALTER LAIN

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".

E' trascorso quasi un anno da quando ho postato la prima versione di questa guida sul forum. Ora ho dato una sistemata al tutto, ordinando gli argomenti in base a quello che ritengo il loro livello di difficoltà , e aggiungendo comandi in base alle richieste, consigli, critiche e suggerimenti ricevuti nel frattempo. Vale ancora quanto detto per la prima versione: "Ovviamente tale elenco è lungi dall'essere completo, però può darvi una spinta a iniziare ad utilizzare il vero linux, quello cioè al di fuori dell'interfaccina grafica, tanto carina ma non necessaria.". Sono comunque convinto che, avendo aggiunto una certa quantità di comandi in più, ora questa guida sia più fruibile.

Le varie sezioni sono titolate in **grassetto**  
Le sottosezioni sono titolate in *corsivo colorato*  
Le note sono *colorate*  
I comandi sono sottolineati

## Comandi di base

ls: Visualizza i files e le sottodirectory. Le opzioni con cui può essere usato sono molto numerose. Ad esempio, con l (L minuscola) mostra dettagli quali dimensioni, date di modifica, proprietario, ecc. In molte distribuzioni, il comando ls -l è utilizzabile semplicemente scrivendo ll. Usato con i caratteri jolly può essere usato anche per trovare tutti i files aventi particolari nomi e/o estensioni all'interno di sottocartelle nidificate (ls \*.txt -R mostra tutti i files txt contenuti nella directory attuale ed in tutte le sottodirectory)

cd PERCORSO: cambia directory di lavoro. Serve per spostarsi all'interno del filesystem.

pwd: visualizza la directory di lavoro attuale.

cp sorgente destinazione: copia files e/o directory da una posizione ad un'altra.

mv: sposta files e/o directory da una posizione ad un'altra. Se si vuole rinominare un file senza usare il comando rename, si può usare anche questo.

rename stringa sostituto files: rinomina i files indicati cambiando "stringa" con "sostituto"

mkdir NOME: crea directory

rm NOME: cancella file (opzioni -fr per forzare la cancellazione di sottodirectory)

**ATTENZIONE**: il ripristino dei files nei filesystem EXT non è cosa semplice. Sebbene Midnight Commander abbia un comando di recupero, ed esistano vari tool esterni (un esempio è <http://recover.sourceforge.net/linux/recover/>), è veramente una buona idea pensare prima di dare il comando. Questo vale specialmente se si è root, in quanto non vengono chieste conferme (root sa quello che sta facendo, per definizione).

ln -s sorgente destinazione: crea un link simbolico di sorgente in destinazione

whereis NOME: comando di ricerca. Visualizza il percorso o i percorsi in cui si trovano eseguibili, sorgenti o man pages relativi a "NOME".

which NOME: mostra il percorso completo di un eseguibile, se questo è in un percorso contenuto nella variabile d'ambiente "PATH"

locate NOME: cerca qualsiasi file il cui nome contenga "NOME"

chown user NOME: modifica l'user di appartenenza del file.

chgrp gruppo NOME: modifica il gruppo di appartenenza del file. Si può utilizzare anche "chown USER:GRUPPO" per unire i 2 comandi.

chmod xyz NOME: modifica i permessi di - X=root Y=utenti\_stesso\_gruppo Z=tutti\_gli\_utenti - sul file NOME. I permessi vanno assegnati con il criterio binario rwx, cioè 4=lettura, 5=lettura ed esecuzione, 6=lettura e scrittura, 7=tutti e 3.

chmod +x file: attiva l'attributo "eseguibile" su file (analogamente, -x lo toglie)

fuser (-u) NOME: mostra i processi che stanno utilizzando un determinato file. Con l'opzione "-u" mostra anche il proprietario dei processi.

mc: il Divino Midnight Commander. Non è propriamente un comando, ma un'interfaccia pseudo-grafica che vi semplificherà molto la vita in console (attenzione a selezionarlo tra i pacchetti da installare).

**NOTA**: qualcuno mi ha fatto notare che il criterio di assegnazione dei permessi su files e directory è "ottale", non binario, ma il significato è il medesimo. Difatti 110 binario è uguale a 6 (rw) sia la base di arrivo ottale, decimale o esadecimale.

Tutti i comandi di base sono in genere utilizzabili con i caratteri jolly (\*, ?, ecc...), con l'eccezione dei comandi di creazione (mkdir a?c non ha senso). Si possono anche passare parametri da altri comandi (l'esecuzione di più comandi con il separatore "|", che verrà mostrata nella gestione dei processi, ne è un esempio). Di fatto, la console Linux è ben più di un semplice prompt, in quanto se

la si sa usare permette di creare veri e propri mini programmi.

### Comandi relativi alla gestione di filesystem

**fsck opzioni PARTIZIONE:** comando di controllo e riparazione del file system. Questo comando si esegue SOLO su partizioni non montate, perchè altrimenti si possono perdere dati. Si possono controllare partizioni di vario tipo (anche FAT32). Nel caso di file system EXT2 o EXT3, il comando specifico è e2fsck, oppure fsck.ext2 e fsck.ext3.

**mkfs opzioni PARTIZIONE:** formatta una partizione secondo il file system specificato. Anche in questo caso, esistono comandi specifici per il file system, quali mkfs.ext3, mkfs.vfat, ecc... Vedere le man pages dei comandi per maggiori dettagli.

**mount:** comando di montaggio.

**umount:** comando di smontaggio

#### OPZIONI PRINCIPALI PER MOUNT

-t TIPO: specifica il tipo di file system da montare

-o OPZIONI: passa opzioni particolari, quali rw, uid, username, password, ecc...

-a -t TIPO: seleziona tutti i filesystem di un determinato tipo

Se il filesystem è già definito in /etc/fstab, è sufficiente digitare "mount MOUNTPOINT" (ad es. mount /mnt/cdrom). Per montare filesystem di rete samba si può dare il comando "mount -t smbfs -o username=USER,password=PASS,rw,user NOME\_RISORSA MOUNTPOINT"

Per smontare è sufficiente dare "umount MOUNTPOINT"

Una opzione interessante del comando mount è la possibilità di montare anche filesystem di tipo "loopback", tipo le immagini ISO dei CD. Per fare questo bisogna che sia presente l'opportuno supporto del kernel. Tipicamente, caricando il modulo "loop" (#modprobe loop), si ottiene il risultato voluto.

Ad esempio, supponiamo di voler montare l'immagine /pippo.iso nella cartella /tmp/pippo. Il comando da dare è:

mount -o loop /pippo.iso /tmp/pippo

In questo modo è possibile, ad esempio, estrarre dall'immagine quel cavolo di file da 25 byte che ci serviva, senza dover masterizzare un CD intero per poterlo recuperare.

### Comandi di gestione dei processi

**ps aux:** mostra tutti i processi in esecuzione, con il PID, il proprietario e altre informazioni.

**kill PID:** chiude il processo. Esistono vari modi di chiudere un'applicazione. Per default, il comando kill dato senza opzioni tenta una chiusura "soft", inviando un segnale "SIGQUIT". Se però il processo è bloccato, si può ricorrere ad una forzatura, inviando il segnale "SIGKILL". Per fare ciò si utilizza l'opzione "-s SEGNALE". L'elenco dei segnali possibili è visibile col comando kill -l (L minuscola);

**renice NICE PID:** cambia la priorità del processo. Un processo standard ha nice pari a 0. Più basso è il valore, più alta la priorità, e viceversa. La scala va da -20 a +19. Solo root può diminuire il nice, mentre ogni utente può aumentarlo per i processi che gli appartengono;

#### COMANDI COMPOSTI

ps aux | grep PROCESSO | grep -v grep: mostra i processi con nome contenente la stringa indicata in PROCESSO

ps aux | grep PROCESSO | grep -v grep | awk '{print \$2}': mostra solo il PID dei processi

kill `ps aux | grep PROCESSO | grep -v grep | awk '{print \$2}'`: killa il/i processo/i ( ` = ALT+96)

### Comandi di gestione hardware

**lspci (-v):** visualizza l'elenco delle periferiche collegate al bus PCI. Con l'opzione "-v" mostra più dettagli.

**lsusb (-v):** visualizza l'elenco delle periferiche collegate alle porte USB. Con l'opzione "-v" mostra più dettagli.

**lshw:** visualizza tutto l'hardware presente nel PC (ma proprio tutto).

#### GESTIONE MODULI DEL KERNEL

**modprobe MODULO:** carica il modulo (in pratica il driver) di un dispositivo. Ovviamente, il modulo deve essere presente e compilato per la giusta versione del kernel.

**insmod MODULO:** forza il caricamento di un modulo.

rmmod MODULO: forza lo scaricamento di un modulo. Usare con prudenza

Quando si installa un modulo, è opportuno dare poi (prima di caricarlo) il comando depmod -ae. Questo ricrea l'elenco dei moduli con le loro dipendenze, e controlla anche la presenza di eventuali errori. Se non si usa questo comando, potrebbe essere impossibile caricare il modulo con il comando modprobe. Con il comando modprobe occorre specificare solo il nome del modulo, ad esempio, se il modulo si chiama "pippo.ko", basta dare il comando modprobe pippo. Se invece si utilizza insmod, bisogna specificare tutto il path e anche l'estensione del file.

### Comandi di gestione modalità di funzionamento

init MODO: cambia modalità di funzionamento del sistema.

Da lilo, premendo ESC, si può usare il comando "KERNEL init MODO", dove KERNEL è il nome del kernel da avviare, tipicamente "linux"

#### LE MODALITA' POSSIBILI SONO 7:

0: modalità HALT. Se si da questo parametro, si otterrà lo stesso risultato di un comando halt o shutdown -h now

1: modalità single user, testuale, non chiede la password. Se avete dimenticato la password di root, con questa modalità la potete cambiare usando il comando passwd. E' utile anche per eseguire riparazioni del sistema in caso di danni gravi, in quanto avvia pochissimi servizi.

2: modalità multiuser senza rete, testuale. Se non avete connessioni col mondo e non usate X, questa è la vostra modalità.

3: modalità multiuser con rete, testuale. Vale quanto detto per la 2, ma in più siete in rete.

4: non utilizzata.

5: modalità grafica. E' la modalità di avvio standard se usate X.

6: modalità REBOOT. Se si da questo parametro, si otterrà lo stesso risultato di un comando reboot o shutdown -r now

Nel file /etc/inittab è possibile selezionare la modalità di avvio di default cambiando la riga apposita (attenzione a non mettere 0 o 6, altrimenti il sistema sarà inutilizzabile). Se avete apportato modifiche ai files di configurazione di X, ad esempio, potete utilizzare una delle 7 console standard (ALT+Fn, con n da 1 a 7), e una volta chiusa la sessione grafica, dare init 3 e poi init 5.

### Rete e internet

ifconfig PARAMETRI: dato senza parametri elenca in modo dettagliato le interfacce di rete attive sul PC. Se si specifica l'interfaccia, ad esempio "eth0", e si specificano dei parametri, si può modificare il comportamento di tale interfaccia. Ad esempio "ifconfig eth0 down" disattiva l'interfaccia, mentre "ifconfig eth0 up" la riattiva. Si possono cambiare anche indirizzo IP, netmask ecc... Per configurare reti wireless, questo comando deve essere utilizzato unitamente al comando "iwconfig".

dig NOME\_HOST: comando per il controllo dei DNS. Un utilizzo semplicistico di questo comando può essere per capire se, in caso il browser non riesca a risolvere un indirizzo, il problema sia vostro o del provider. In realtà questo comando si presta facilmente ad utilizzi diagnostici ben più mirati e potenti (vedere la man page).

traceroute NOME\_HOST: anche questo comando, come dig, è utile se avete problemi di connessione. In particolare, questo vi mostra tutti i passaggi che vi reindirizzano da un host ad un altro fino a portarvi al sito o all'IP che cercavate.

netstat OPZIONI: mostra lo stato delle connessioni di rete; -e mostra alcune informazioni aggiuntive, come ad esempio gli user id; -o mostra informazioni relative ai timer. -a mostra tutti i socket, compresi quelli in ascolto; -i mostra un riepilogo per interfaccia delle interfacce attive; -ai mostra un riepilogo per interfaccia di tutte le interfacce.

#### IPTABLES

iptables: questo è il comando base per impostare il firewall integrato nel kernel Linux. Tale firewall è molto potente e versatile, e ovviamente come tale non è una passeggiata da configurare.

Di base esistono 3 sezioni di filtro, dette "chain". Queste sono INPUT, FORWARD e OUTPUT. Ogni chain ha una policy di default, ad esempio ACCEPT o DROP. In più, si possono specificare comportamenti particolari per singole porte, protocolli, ip di origine, ip di destinazione, e combinazioni tra le varie possibilità.

Riporto solo alcuni esempi, per la trattazione completa si faccia riferimento alla man page.

*Esempi di comandi relativi a iptables (i parametri sono "case sensitive")*

iptables -L CHAIN: mostra l'elenco delle policy della chain. Se non si specifica, mostra l'elenco di tutte le policy.

iptables -F CHAIN: rimuove tutte le policy della chain. Se non si specifica la chain, rimuove tutte le policy.

iptables -P CHAIN POLICY: imposta la policy di base della chain. Ad esempio, "iptables -P INPUT DROP" imposta come policy base di "cestinare" tutti i pacchetti in ingresso.

iptables -A CHAIN -p PROTOCOLLO -s SORGENTE --dport PORTA -j POLICY: aggiunge alla chain selezionata la policy relativa a porta, protocollo, ip sorgente, Ad esempio, "iptables -A INPUT -p tcp -s !localnet --dport 100 -j DROP" aggiunge alla chain INPUT una policy che blocca tutti i pacchetti in arrivo da fuori la rete locale (localnet equivale alle prime 3 triplette dell'indirizzo IP) tramite protocollo tcp sulla porta 100. Analogamente, sostituendo "-D" a "-A", si rimuove tale policy.

Questi sono solo alcuni tipi di comandi e combinazioni possibili. In effetti, è anche possibile creare chain personalizzate o policy molto complesse. La regola base comunque a mio avviso è bloccare tutti i pacchetti in ingresso, tramite la policy di chain, e aprire esplicitamente le sole porte necessarie (ad esempio, la 6699), usando policy specifiche. Prestare particolare attenzione se si sta configurando un server da remoto, ad esempio tramite SSH. Mi è capitato di dover correre com tastiera e monitor al capezzale fisico del server, a causa di cappelle in fase di configurazione (un drop di troppo...)

## Gestione utente

su: senza opzioni, cambia da utente a root (richiede password). Il comando seguito dal nome utente passa invece all'utente specificato. Se usato da root, questo comando non richiede alcuna password;

adduser USER: aggiunge l'utente USER

passwd: cambia la password dell'utente corrente

smbpasswd "user": modifica la password samba di "user"

## Multimedia

play FILE: permette di riprodurre file audio di vari formati (deriva da sox). Per terminare la riproduzione, premere CTRL+C

play\_title DVDPATH TITOLO CAPITOLO ANGOLO: riproduce uno specifico titolo di un DVD. Occorre specificare il path (es. /mnt/cdrom), il titolo, il capitolo iniziale e l'angolo.

mplayer -ao AUDIO -vo VIDEO NOME\_FILE: riproduce da console (anche senza Xfree) un file multimediale. Occorre specificare in AUDIO e in VIDEO l'output desiderato (utilizzare 'help' per visualizzare l'elenco di quelli disponibili). Ad esempio con "mplayer -ao oss -vo fbdev NOME\_FILE" si chiede di indirizzare l'output audio al sistema sonoro OSS e il video al driver video FrameBuffer. Ovviamente queste opzioni dipendono dalla configurazione del sistema. Sono presenti molte altre opzioni oltre ad 'ao' e 'vo' (basta dare "man mplayer" per leggere l'help) ma queste 2 sono obbligatorie per vedere e sentire qualcosa. Per uscire premere ESC.

## Gestione pacchetti di installazione

### DEBIAN

dpkg-reconfigure pkg: riesegue config di un pkg

apt-cache search pkg: cerca i package contenenti nel nome la stringa indicata

apt-get install pkg: installa un pkg

apt-get remove pkg: rimuove un pkg

dselect: tool grafico per console di gestione package

aptitude: tool grafico avanzato per console di gestione package

update-alternatives --option alternativa: esegue varie operazioni sulla configurazione dei tools di sistema (le 'alternative' possibili sono in /etc/alternatives)

### RPM

rpm -ivh (--nodeps) nome (--force): installa il pacchetto "nome" - l'opzione nodeps si usa per ignorare le dipendenze, mentre force serve appunto a forzare l'installazione (può sovrascrivere i

files)

rpm -Uvh (--nodeps) nome: aggiorna il pacchetto "nome" - l'opzione nodeps si usa per ignorare le dipendenze

rpm -e (--nodeps) nome: disinstalla il pacchetto "nome" - l'opzione nodeps si usa per ignorare le dipendenze

### **MANDRAKE**

urpmi nome: (fa più o meno la stessa cosa di rpm -ivh, però risolve anche le dipendenze)

### **TARBALL**

tar -zxf "archivio": scompri un archivio in formato .tar.gz o .tgz nella posizione corrente

tar -jxf "archivio": scompri un archivio in formato .tar.bz(2) nella posizione corrente

tar -xvf "archivio": scompri un archivio in formato .tar nella posizione corrente

### **GZIP**

gunzip "archivio": scompri un archivio in formato .gz(ip)

### **SH**

chmod +x pacchetto.sh: rende eseguibile pacchetto.sh (se non lo era)

sh pacchetto.sh: esegue pacchetto.sh

## **Sorgenti (una volta scompresi)**

./configure: controlla le dipendenze e crea il file di configurazione per il compilatore

make: compila i sorgenti

make install: installa gli eseguibili in /usr/bin o /usr/local/bin in modo da poterli chiamare senza specificare il path

NOTA: alcuni programmi necessitano semplicemente di "make" o di altri comandi simili. Riferirsi al file guida presente assieme ai sorgenti

## **Sequenza di compilazione kernel (utente root)**

ATTENZIONE: se non si sa perfettamente quello che si sta facendo, non effettuare questa operazione. Il risultato potrebbe essere la necessità di riformattare il sistema, con la perdita conseguente di tutti i dati!!!!!!!!!!!!!!

*X.Y.ZZ: versione del kernel che si sta utilizzando*

ln -s /usr/src/linux-X.Y.ZZ /usr/src/linux: crea un link alla cartella dei sorgenti, chiamandolo /usr/src/linux

cd /usr/src/linux: ...

make mrproper: cancella le configurazioni precedenti

make config: vecchio tool testuale da console per l'impostazione del kernel

make menuconfig: tool grafico da console

make xconfig: tool grafico da X windows

### **KERNEL PRECEDENTI ALLA VERSIONE 2.6.0 (procedura standard)**

make dep: crea le dipendenze per la compilazione

make clean: cancella porcherie varie di compilazione

### **KERNEL MODULARE (+ leggero in RAM, + lento)**

make zImage: crea l'immagine del kernel (MAX circa 450Kb)

make modules: seleziona i moduli necessari

make modules\_install: compila i moduli selezionati

cp /usr/src/linux/arch/i386/boot/zImage /boot/vmlinuz-X.Y.ZZ: copia il kernel nella directory di boot

### **KERNEL MONOLITICO (+ pesante in RAM, + veloce)**

make bzImage: crea l'immagine del kernel (praticamente no limiti dimensioni)

cp /usr/src/linux/arch/i386/boot/bzImage /boot/vmlinuz-X.Y.ZZ: copia il kernel nella directory di boot

### **KERNEL DALLA VERSIONE 2.6.0 (procedura nuova)**

make: compila il kernel e gli eventuali moduli

*KERNEL MODULARE (+ leggero in RAM, + lento)*

make modules\_install: installa i moduli selezionati

cp /usr/src/linux/arch/i386/boot/zImage /boot/vmlinuz-X.Y.ZZ: copia il kernel nella directory di boot

*KERNEL MONOLITICO (+ pesante in RAM, + veloce)*

cp /usr/src/linux/arch/i386/boot/bzImage /boot/vmlinuz-X.Y.ZZ: copia il kernel nella directory di boot

cp /usr/src/linux/System.map /boot/System.map-X.Y.ZZ

mv /boot/vmlinuz /boot/vmlinuz-old: rinomina il kernel precedente come old (in modo da non perderlo)

mv /boot/System.map /boot/System.map-old: rinomina il system.map precedente come old (in modo da non perderlo)

ln -s /boot/vmlinuz-X.Y.ZZ /boot/vmlinuz: crea un link simbolico al kernel corrente

ln -s /boot/System.map-X.Y.ZZ /boot/System.map: crea un link simbolico al system.map corrente

*Se si è abilitato l'"Initial RAM Disk" (initrd)*

mv /boot/initrd.img /boot/initrd-old.img: rinomina il file initrd precedente come old (in modo da non perderlo)

mkinitrd /boot/initrd-X.Y.ZZZ.img X.Y.ZZZ: (crea il file immagine per initrd)

ln -s /boot/initrd-X.Y.ZZ.img /boot/initrd.img: crea un link simbolico al file initrd corrente

È possibile anche dare tutti i comandi da make dep in poi in un'unica riga, con la sintassi:

make dep && make clean && ...

che esegue il comando seguente solo se il precedente è andato a buon fine. In questo caso, se il kernel è stato configurato correttamente, si può lasciare lavorare il PC e tornare dopo un tot.

**NOTA:** se il kernel viene ricompilato più di una volta, è possibile che i moduli installati durante la precedente compilazione non vengano rimossi del tutto. Questo può causare qualche mal di testa, specie se ad un certo punto si riduce drasticamente il numero dei moduli installati. In genere è comunque sufficiente eliminare a mano la cartella /lib/modules/VERSIONE, stando comunque molto attenti a rimuovere proprio la cartella giusta (i privilegi dell'utente root non perdonano).

*ATTENZIONE: quanto segue si riferisce all'utilizzo del bootloader "lilo"*

È preferibile comunque, prima di eseguire il reboot, aggiungere le seguenti righe al file /etc/lilo.conf, in modo da essere in grado di riavviare il sistema in caso di malfunzionamento del nuovo kernel:

N.B.: per le righe "root", "append" e "vga" fare riferimento a ciò che sta scritto nella parte relativa a "image=/boot/vmlinuz"

```
image=/boot/vmlinuz-old
label="kernel_precedente"
root=/dev/hdb1
initrd=/boot/initrd-old.img
append="devfs=mount hdd=ide-scsi acpi=on quiet"
read-only
```

Prima di riavviare, è necessario scrivere le nuove impostazioni nell'MBR del disco. Si può utilizzare il comando "lilo", oppure:

lilo -t (per testare se l'operazione va in porto senza errori)

lilo -v (per scrivere il settore di avvio vedendo le operazioni compiute da lilo)

Infine, l'ultimo comando (e l'ultima possibilità per pensarci ancora)

reboot: ovvio....

Se si utilizzano i driver proprietari nVidia o simili, occorrerà reinstallarli prima di poter utilizzare la modalità grafica (Xfree-X11). Vedere le istruzioni dei singoli drivers al riguardo.



# GNU Free Documentation License

Version 1.2, November 2002  
Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc.  
51 Franklin St, Fifth Floor, Boston, MA 02110-1301 USA  
Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies  
of this license document, but changing it is not allowed.

## 0. PREAMBLE

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document "free" in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others. This License is a kind of "copyleft", which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

## 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The "Document", below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as "you". You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A "Modified Version" of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A "Secondary Section" is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document's overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The "Invariant Sections" are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The "Cover Texts" are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A "Transparent" copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not "Transparent" is called "Opaque".

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The "Title Page" means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, "Title Page" means the text near the most prominent appearance of the work's title, preceding the beginning of the body of the text.

A section "Entitled XYZ" means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as "Acknowledgements", "Dedications", "Endorsements", or "History".) To "Preserve the Title" of such a section when you modify the Document means that it remains a section "Entitled XYZ" according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

## 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

## 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the

latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

#### 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- **A.** Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- **B.** List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- **C.** State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- **D.** Preserve all the copyright notices of the Document.
- **E.** Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- **F.** Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- **G.** Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.
- **H.** Include an unaltered copy of this License.
- **I.** Preserve the section Entitled "History", Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled "History" in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- **J.** Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the "History" section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- **K.** For any section Entitled "Acknowledgements" or "Dedications", Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- **L.** Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- **M.** Delete any section Entitled "Endorsements". Such a section may not be included in the Modified Version.
- **N.** Do not retitle any existing section to be Entitled "Endorsements" or to conflict in title with any Invariant Section.
- **O.** Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version's license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled "Endorsements", provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties--for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

#### 5. COMBINING DOCUMENTS

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled "History" in the various original documents, forming one section Entitled "History"; likewise combine any sections Entitled "Acknowledgements", and any sections Entitled "Dedications". You must delete all sections Entitled "Endorsements."

#### 6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

#### 7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an "aggregate" if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation's users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document's Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## **8. TRANSLATION**

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled "Acknowledgements", "Dedications", or "History", the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## **9. TERMINATION**

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

## **10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE**

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License "or any later version" applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation.