

# **Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Λειτουργικά Συστήματα (ΗΥ321)**

Ακαδημαϊκό Έτος 2014-2015

## **Οδηγίες για τις Εργαστηριακές Ασκήσεις**

Τελευταία Ενημέρωση: 5 Μαρτίου 2015

- 5/3/2015 : Αλλαγή στο download link για το έτοιμο virtual machine.

## **Περιεχόμενα**

<b>1</b>	<b>Εισαγωγικά</b>	<b>3</b>
1.1	Υλικό για Μελέτη . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Το Περιβάλλον Εργασίας</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Εγκατάσταση Ιδεατής Μηχανής</b>	<b>4</b>
3.1	Οδηγίες για την δημιουργία της εικονικής μηχανής. . . . .	5
<b>4</b>	<b>Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Εκκίνηση/Τερματισμός του Συστήματος &amp; Πρώτα Βήματα</b>	<b>7</b>

<b>6</b>	<b>Οδηγίες Εγκατάστασης Εργαλείων Ανάπτυξης Λογισμικού &amp; Μεταγλώττισης Πηγαίου Κώδικα Πυρήνα</b>	<b>8</b>
6.1	Έτοιμη εικονική μηχανή . . . . .	11

# 1 Εισαγωγικά

Οι εργαστηριακές ασκήσεις του μαθήματος έχουν ως στόχο να σας παρέχουν πρακτική εμπειρία και να σας εξοικειώσουν με τον προγραμματισμό ενός πραγματικού λειτουργικού συστήματος, όπως είναι το *Linux*. Οι εργαστηριακές ασκήσεις καλύπτουν τις πιο σημαντικές αρχές ενός λειτουργικού συστήματος και συμπεριλαμβάνουν τις κλήσεις συστήματος, τη χρονοδρομολόγηση διεργασιών, τη δρομολόγηση Εισόδου/Εξόδου όπως επίσης και τη διαχείριση μνήμης.

Η υλοποίηση των ασκήσεων απαιτεί προσθήκες και αλλαγές στον κώδικα του πυρήνα του λειτουργικού συστήματος *Linux*. Μετά την όποια αλλαγή ή προσθήκη απαιτείται η εκ νέου μεταγλώττιση του πυρήνα και η επανεκκίνηση του συστήματος. Όπως μπορεί να γίνει κατανοητό, οι συνεχείς επανεκκινήσεις είναι χρονοβόρες. Επιπλέον, επειδή το λειτουργικό ελέγχει απευθείας τους πόρους του συστήματος, τυχόν λάθη στον κώδικά σας μπορεί να έχουν ως συνέπεια βλάβες (π.χ. σε δίσκους). Για τους παραπάνω λόγους μία καλή λύση είναι η χρήση *εικονικής μηχανής*, όπως περιγράφεται στην συνέχεια. Η χρήση μίας εικονικής μηχανής για την εκτέλεση του λειτουργικού συστήματος επιτρέπει την επανεκκίνηση μόνο της εικονικής μηχανής και όχι όλου του συστήματος. Ταυτόχρονα, οι πόροι που χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα πάνω από την εικονική μηχανή είναι, αντίστοιχα, εικονικοί (π.χ. ένας εικονικός δίσκος αντιστοιχεί στην πραγματικότητα σε ένα ή περισσότερα αρχεία). Αυτό περιορίζει τις συνέπειες τυχόν λαθών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Σε κάθε περίπτωση, είναι δυνατόν να εργαστείτε και σε *native installation* (αντί εικονικής μηχανής), εάν αυτό προτιμάτε. Οι παρακάτω οδηγίες έχουν αναπτυχθεί για χρήση σε περιβάλλον με εικονική μηχανή, παρόλα αυτά εφαρμόζονται και σε *native installations* (στα σημεία τους που αφορούν το λειτουργικό και όχι την εικονική μηχανή).

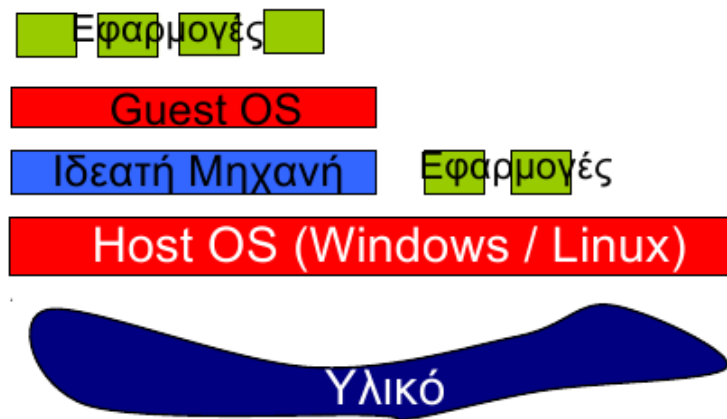
## 1.1 Υλικό για Μελέτη

Κεφάλαια 1, 2 του βιβλίου "*Linux Kernel Development*" (3η έκδοση).

# 2 Το Περιβάλλον Εργασίας

Σε ένα τυπικό υπολογιστικό σύστημα, το λειτουργικό σύστημα μεσολαβεί μεταξύ του υλικού και του λογισμικού εφαρμογών. Για την εκπαίδευση και την έρευνα σε λειτουργικά συστήματα, είναι πολύτιμη η λειτουργικότητα των ιδεατών μηχανών. Και σε αυτή την περίπτωση, παρόμοια με το τυπικό σύστημα, μεσολαβεί λειτουργικό σύστημα (λειτουργικό σύστημα «ξενιστής» - Host OS)

μεταξύ του υλικού και των εφαρμογών. Μία όμως -- ή και περισσότερες -- από τις εφαρμογές υλοποιεί μία -- ή περισσότερες -- ιδεατές μηχανές. Η κάθε εικονική μηχανή προσφέρει στα ανώτερα επίπεδα την εικόνα ενός αντιγράφου του «γυμνού» υλικού. Πάνω στην εικονική μηχανή εγκαθίσταται λειτουργικό σύστημα (ίδιο ή και διαφορετικό από το λειτουργικό-ξενιστή) ενώ πάνω από το λειτουργικό μπορούν να εκτελούνται εφαρμογές. Το σύστημα απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα.



Για τις ανάγκες της εργασίας, το περιβάλλον που υποστηρίζουμε χρησιμοποιεί την εικονική μηχανή VMWare Player, πάνω από λειτουργικό Windows ή Linux<sup>1</sup>. Το λειτουργικό σύστημα που θα εκτελείται πάνω στην εικονική μηχανή (Guest OS) είναι το Kubuntu (ή Ubuntu) και πιο συγκεκριμένα η έκδοση 14.04 (LTS) για συστήματα 32-bit.

### 3 Εγκατάσταση Ιδεατής Μηχανής

Παρακάτω θα βρείτε οδηγίες για το πως να εγκαταστήσετε τον VMWare Player και στη συνέχεια να δημιουργήσετε την εικονική μηχανή που θα χρησιμοποιείτε για την ανάπτυξη των εργασιών σας. Επίσης, θα βρείτε και ένα link ώστε να κατεβάσετε μία έτοιμη εικονική μηχανή που φτιάξαμε εμείς

---

<sup>1</sup>Οι χρήστες Mac OS μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εικονική μηχανή VirtualBox.

και μπορείτε να χρησιμοποιήσετε. Καλό θα ήταν να κάνετε την διαδικασία μόνοι σας για να πάρετε μία ιδέα και να εξοικειωθείτε με την διαδικασία.

### 3.1 Οδηγίες για την δημιουργία της εικονικής μηχανής.

Εγκαταστήστε τον VMWare Player. Είναι δωρεάν, και είναι διαθέσιμος προς λήψη μέσω της διεύθυνσης:

[https://my.vmware.com/web/vmware/free#desktop\\_end\\_user\\_computing/vmware\\_player/6\\_0|PLAYER-604|product\\_downloads](https://my.vmware.com/web/vmware/free#desktop_end_user_computing/vmware_player/6_0|PLAYER-604|product_downloads)

Επιλέξτε την κατάλληλη έκδοση (Windows/Linux, 32-bit/64-bit) ανάλογα με το λειτουργικό-ξενιστή που χρησιμοποιείτε (το λειτουργικό της μηχανής σας).

Κατά την εγκατάσταση, εφόσον ερωτηθείτε, επιλέξτε εγκατάσταση τόσο NAT (Network Address Translation) όσο και Host-only networking. Το δίκτυο με δυνατότητες NAT σας είναι χρήσιμο ώστε να μπορείτε από την εικονική μηχανή να έχετε πρόσβαση στο δίκτυο, εάν ο υπολογιστής-ξενιστής είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο, ενώ η επιλογή host-only networking χρησιμοποιείται αν δεν έχετε πρόσβαση στο δίκτυο και θέλετε να υλοποιήσετε επικοινωνία μέσω (εικονικού) δικτύου μεταξύ του λειτουργικού που τρέχει στην εικονική μηχανή και του λειτουργικού ξενιστή.

Ακολουθώντας, κατεβάστε το ISO image του λειτουργικού συστήματος Ubuntu (ή Kubuntu για όσες/όσους προτιμούν το γραφικό περιβάλλον KDE) από τη διεύθυνση:

<http://www.ubuntu.com/download/desktop>

(ή την διεύθυνση <http://www.kubuntu.org/getkubuntu> για το Kubuntu).

Επιλέξτε την έκδοση 14.04 LTS (κάτω από την ένδειξη ``For long-term support" για Ubuntu ή την ένδειξη ``Long Term Support release" για Kubuntu) για συστήματα 32-bit. Το ISO image που θα κατεβάσετε θα χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εγκαταστήσετε το λειτουργικό σύστημα στο περιβάλλον της εικονικής μηχανής, όπως περιγράφεται στην ακόλουθη ενότητα.

## 4 Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος

Εκκινήστε την εικονική μηχανή και δημιουργήστε μία νέα εικονική μηχανή, μέσω της επιλογής "Create a New Virtual Machine". Στην επόμενη οθόνη επιλέξτε την εγκατάσταση του λειτουργικού μέσω ISO image και εντοπίστε το iso αρχείο του λειτουργικού συστήματος που έχετε αποθηκεύσει από το προηγούμενο βήμα. Όπως θα δείτε, το λειτουργικό σύστημα Ubuntu μπορεί να εγκατασταθεί

μέσω της επιλογής "Easy Install" στην εικονική μηχανή<sup>2</sup>. Στην επόμενη οθόνη σας ζητείται η εισαγωγή των στοιχείων του πρώτου χρήστη που θα δημιουργηθεί μετά την εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος. Έπειτα, θα πρέπει να εισάγετε ένα όνομα για την εικονική μηχανή που θα δημιουργηθεί καθώς επίσης και τον φάκελο στον οποίο θα εγκατασταθούν τα αρχεία της. Εν συνεχεία, σας ζητείται να εισάγετε το μέγεθος του εικονικού δίσκου που θα χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα. Εισάγετε το επιθυμητό μέγεθος, το οποίο όμως δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο των 10 GB, και επιλέξτε την αποθήκευση του δίσκου σε ένα αρχείο. Τέλος, στην οθόνη που ακολουθεί μπορείτε να τροποποιήσετε τις επιλογές για το υλικό του λειτουργικού ξενιστή στο οποίο θα έχει πρόσβαση το λειτουργικό που εκτελείται στην εικονική μηχανή. Μια σημαντική επιλογή είναι αυτή για τον προσαρμογέα δικτύου (network adapter). Πατήστε στο κουμπί "Customize Hardware", πατήστε στην συσκευή "Network Adapter" και επιλέξτε την μέθοδο "NAT" για την σύνδεση δικτύου. Μια άλλη σημαντική επιλογή αφορά το ποσό της φυσικής μνήμης RAM που θα είναι διαθέσιμη στην εικονική μηχανή. Φροντίστε αυτή να είναι όσο το δυνατόν περισσότερη, αλλά λιγότερη από το μισό της διαθέσιμης φυσικής μνήμης του συστήματος ξενιστή. Θυμηθείτε ότι η μνήμη που δεσμεύετε από την εικονική μηχανή ουσιαστικά δεν είναι διαθέσιμη πλέον στο σύστημα ξενιστή. Αποθηκεύστε τις επιλογές σας και πατήστε στο κουμπί "Finish". Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος, θα εμφανιστεί η οθόνη για login. Εκεί εισάγετε τα στοιχεία του χρήστη που δημιουργήσατε και πλέον μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το λειτουργικό σύστημα.

Ενδέχεται με τη διαδικασία του "Easy Install" να καταλήξετε σε εγκατάσταση χωρίς γραφικό περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση, σβήστε την εικονική μηχανή που κατασκευάσατε (δεξί κλικ επάνω της και επιλογή "Delete VM from Disk") και δημιουργήστε μια νέα κενή ("Create a New Virtual Machine", "I will install the operating system later", "Linux", "Ubuntu"). Κατόπιν, είτε βάλτε το DVD στον οδηγό (εάν έχετε γράψει το image που κατεβάσατε σε DVD). Εναλλακτικά επιλέξτε "Edit virtual machine settings" και κάντε το εικονικό CD/DVD drive να χρησιμοποιεί το ISO image που έχετε κατεβάσει. Τέλος, ξεκινήστε την εικονική μηχανή για να ξεκινήσει η διαδικασία του installation. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όλο το δίσκο για το installation (θυμηθείτε ότι από τη στιγμή που βρίσκεστε εντός της εικονικής μηχανής, ο δίσκος που βλέπετε είναι ο εικονικός δίσκος).

Σε κάθε περίπτωση, **μην ασχοληθείτε με updates, ή εγκατάσταση λογισμικού από τρίτους προμηθευτές.**

---

<sup>2</sup>Η επιλογή αυτή απλοποιεί την διαδικασία της εγκατάστασης και απαιτεί την εισαγωγή μόνο των στοιχείων του πρώτου χρήστη που θα δημιουργηθεί, προκειμένου να εγκατασταθεί το λειτουργικό σύστημα.

## 5 Εκκίνηση/Τερματισμός του Συστήματος & Πρώτα Βήματα

Για να εκκινήσετε την εικονική μηχανή, ανοίξετε το VMWare Player και επιλέξτε το όνομα της μηχανής που επιθυμείτε. Έπειτα, πατήστε στην επιλογή "Play virtual machine". Μετά από μερικά λεπτά θα εμφανιστεί η οθόνη για login στο λειτουργικό.

Για να κατευθυνθεί η είσοδος στο παράθυρο της εικονικής μηχανής αρκεί να κάνετε click μέσα στο παράθυρο. Για να κατευθυνθεί και πάλι η είσοδος στο λειτουργικό-ξενιστή πατήστε Ctrl + Alt. Το "triplet of death" (Ctrl + Alt + Del) στην εικονική μηχανή αντιστοιχεί στο Ctrl + Alt + Ins.

Για να τερματίσετε βίαια την εικονική μηχανή (δε συνιστάται) μπορείτε να επιλέξετε *Virtual Machine -> Power off*. Αυτή η επιλογή αντιστοιχεί με τη διακοπή της τροφοδοσίας σε ένα πραγματικό σύστημα. Θυμηθείτε ότι δεν τερματίζουμε συνήθως ένα πραγματικό λειτουργικό αφαιρώντας του την τροφοδοσία...

Για τον ομαλό τερματισμό του λειτουργικού μπορείτε να εκτελέσετε την εντολή `sudo /sbin/halt`. Η εντολή `halt` τερματίζει το λειτουργικό και εμφανίζει την αρχική οθόνη της εικονικής μηχανής.

Ο ευκολότερος τρόπος να επικοινωνήσετε με τον κόσμο εκτός της εικονικής μηχανής είναι μέσω δικτύου. Προϋπόθεση είναι να έχετε ορίσει σωστά τον τύπο της σύνδεσης δικτύου στην εικονική μηχανή σε NAT ή Host-only networking, ανάλογα με το αν το σύστημα ξενιστής έχει σύνδεση στο δίκτυο ή όχι (δείτε την ενότητα 4). Για να επικοινωνήσετε με την εικονική μηχανή θα πρέπει να γνωρίζετε τη δικτυακή ταυτότητά της (ή με άλλα λόγια τη διεύθυνση IP της). Αυτή μπορείτε να τη βρείτε αν κάνετε login και δώσετε την εντολή `/sbin/ifconfig eth0 | grep 'inet addr:' | cut -d: -f2 | awk '{ print $1}'` σε ένα terminal. Εναλλακτικά, μπορείτε να γράψετε απλώς `/sbin/ifconfig eth0` και να αναζητήσετε τη διεύθυνση IP ακριβώς μετά το κείμενο `inet addr:`. Η διεύθυνση IP αποτελείται από 4 αριθμούς, χωρισμένους με τελείες. Γνωρίζοντας την IP μπορείτε να συνδεθείτε στην εικονική μηχανή και να βγάλετε / βάλτε αρχεία με τον SFTP client της προτίμησής σας.

Προκειμένου να μπορείτε να συνδεθείτε απομακρυσμένα στο λειτουργικό σύστημα Ubuntu (δηλαδή από κάποιο άλλο μηχάνημα ή από το λειτουργικό-ξενιστή), θα πρέπει να εγκαταστήσετε το πακέτο `openssh-server`. Το πακέτο αυτό εγκαθιστά τον ssh server, ο οποίος χρησιμοποιείται ώστε να επιτρέπεται η πρόσβαση στο σύστημα από κάποιο απομακρυσμένο σύστημα (στην συγκεκριμένη περίπτωση, το "απομακρυσμένο σύστημα" είναι το λειτουργικό ξενιστής). Για την εγκατάσταση, ανοίξτε ένα terminal στο λειτουργικό που εκτελείται πάνω από το vmware και πληκτρολογήστε την εντολή `sudo apt-get install openssh-server`.

Αν το λειτουργικό σύστημα ξενιστής είναι το Linux, ανοίξτε τον file-manager της διανομής σας (π.χ. Dolphin). Στο σημείο όπου επιλέγετε τον κατάλογο στον οποίο βρίσκεστε γράψτε (ενδεχομένως

να χρειαστεί να κάνετε δεξί κλικ και ακολούθως edit):

sftp://<όνομα χρήστη>@<ip Ubuntu στη Virtual Machine>

π.χ. sftp://user@192.168.101.128.

Θα σας ζητηθεί το password του χρήστη και κατόπιν θα δείτε το home directory του.

Αντίστοιχα απλή είναι η διαδικασία αν είστε σε περιβάλλον Windows και χρησιμοποιείτε κάποιον sftp/scp client όπως το *winscp*. Προσέξτε να θέσετε σωστά την IP και το όνομα χρήστη και να διαλέξετε το σωστό πρωτόκολλο επικοινωνίας (sftp).

Με την εντολή *ps -axl* μπορείτε να δείτε πληροφορίες για όλες τις διεργασίες (χρήστη και συστήματος) που υπάρχουν στο σύστημα. Επίσης, με την εντολή *man <εντολή>* μπορείτε να βρείτε πληροφορίες για οποιαδήποτε εντολή. Αν θέλετε να μη χάνετε το αποτέλεσμα εντολών που επιστρέφουν κείμενο που δε χωράει σε μια σελίδα, μπορείτε να το κατευθύνετε στην εντολή *more* με χρήση του τελεστή | (pipe). Π.χ. *ps -axl | more*. Με τον τρόπο αυτό μετά την εκτύπωση κειμένου που αντιστοιχεί σε μία οθόνη θα πρέπει να πατήσετε κάποιο πλήκτρο για να συνεχίσει το σύστημα με την εκτύπωση της επόμενης οθόνης.

Η εντολή *grep* σας βοηθάει να εντοπίσετε τα αρχεία που περιέχουν μια συγκεκριμένη ακολουθία χαρακτήρων. Π.χ. με την εντολή *grep cda \*.c* ψάχνετε τη συμβολοσειρά *cda* σε όλα τα αρχεία με κατάληξη *.c* που υπάρχουν στον κατάλογο στον οποίο βρίσκεστε.

Η εντολή *find* μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τη *grep* για να αναζητήσετε μια συμβολοσειρά σε πολλαπλούς υποκαταλόγους. Π.χ. η εντολή *find . -name '\*.h' -exec 'grep' 'cda' '{}' ';' -print | more* σας εμφανίζει τις γραμμές που περιέχουν τη συμβολοσειρά *cda* σε όλα τα αρχεία με κατάληξη *.h* τα οποία υπάρχουν στον τρέχοντα κατάλογο και τους υποκαταλόγους του. Επίσης, τυπώνεται το όνομα του αρχείου στο οποίο βρέθηκε η συμβολοσειρά, ενώ η εκτύπωση σταματάει κάθε φορά που συμπληρώνεται μια οθόνη και πρέπει να πατήσετε ένα πλήκτρο ώστε το σύστημα να συνεχίσει με την εκτύπωση της επόμενης οθόνης. Φροντίστε επίσης να εξοικειωθείτε με τις εντολές του *unix* που αφορούν μετακίνηση μεταξύ καταλόγων, αντιγραφή, μετονομασία, μετακίνηση και διαγραφή αρχείων κλπ.

## 6 Οδηγίες Εγκατάστασης Εργαλείων Ανάπτυξης Λογισμικού & Μεταγλώττισης Πηγαίου Κώδικα Πυρήνα

Μετά την εξοικείωση με την εικονική μηχανή και την εικόνα του λειτουργικού συστήματος, θα πρέπει να εγκαταστήσετε τα απαραίτητα εργαλεία ανάπτυξης κώδικα. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάν-



νουν τον μεταγλωττιστή (compiler), τον διασυνδετή (linker) κλπ, τα οποία είναι απαραίτητα για την διαδικασία μεταγλώττισης του πυρήνα. Επίσης, θα πρέπει να εγκατασταθεί η υποστήριξη γραφικών που απαιτείται για τη σωστή λειτουργία κάποιων από τα εργαλεία. Για την εγκατάσταση, πληκτρολογήστε την εντολή `sudo apt-get install build-essential qt4-dev-tools libcheese7 libcheese-gtk23 libclutter-gst-2.0-0 gstreamer1.0-clutter libclutter-1.0-0 libcogl15` σε ένα terminal του λειτουργικού που εκτελείται πάνω από το VMware.

Μετά την εγκατάσταση των απαραίτητων εργαλείων, θα πρέπει να εγκαταστήσετε τα αρχεία πηγαίου κώδικα του πυρήνα του λειτουργικού συστήματος. Για την διαδικασία αυτή, μπορείτε να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα:

1. Κατεβάστε από την σελίδα του εργαστηρίου το συμπιεσμένο αρχείο `linux-3.2.39.tar.bz2` που περιλαμβάνει τα αρχεία πηγαίου κώδικα του πυρήνα και αποθηκεύστε το στο χώρο εργασίας σας, στο λειτουργικό σύστημα της εικονικής μηχανής.
2. Αποσυμπιέστε το αρχείο που κατεβάσατε στον φάκελο `/usr/src` πληκτρολογώντας την εντολή `sudo tar -C /usr/src -jxvf linux-3.2.39.tar.bz2`.
3. Στις περισσότερες από τις εργασίες θα κληθείτε να προχωρήσετε σε κάποιες τροποποιήσεις του κώδικα του πυρήνα. Γι' αυτό τον λόγο θα δημιουργήσετε ένα αντίγραφο του φακέλου με τον πηγαίο κώδικα του πυρήνα, όπου θα κάνετε τις όποιες τροποποιήσεις. Μεταβείτε στον φάκελο `/usr/src`. Εκεί μετονομάστε τον φάκελο `linux-3.2.39` σε `linux-3.2.39-orig` με την εντολή `sudo mv linux-3.2.39 linux-3.2.39-orig`. Έπειτα, δημιουργήστε ένα αντίγραφο του φακέλου `linux-3.2.39-orig`, το οποίο θα το ονομάσετε `linux-3.2.39-dev`. Αυτό μπορεί να γίνει με χρήση της εντολής `sudo cp -R linux-3.2.39-orig linux-3.2.39-dev`. Πλέον, στον φάκελο `linux-3.2.39-dev` θα πραγματοποιείτε όποιες προσθήκες ή τροποποιήσεις σας ζητούνται.

Μεταβείτε στον κατάλογο `/etc/default` και ανοίξτε το αρχείο `grub`. Αλλάξτε τις τιμές των παραμέτρων `GRUB_TIMEOUT`, `GRUB_HIDDEN_TIMEOUT`, `GRUB_HIDDER_TIMEOUT_QUIET` ως εξής:

```
GRUB_HIDDEN_TIMEOUT=-1
GRUB_HIDDEN_TIMEOUT_QUIET=true
GRUB_TIMEOUT=-1
```

Με αυτόν τον τρόπο κατά την εκκίνηση του συστήματος θα παρουσιάζεται πάντα το menu το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει την έκδοση του πυρήνα που θα χρησιμοποιηθεί. Η έκδοση του πυρήνα που σας δίνουμε θα φαίνεται στο submenu "Previous Linux Versions".

Το επόμενο βήμα σε αυτή την διαδικασία είναι η μεταγλώττιση του πυρήνα. Για την πρώτη φορά που μεταγλωττίζετε τον πυρήνα, θα πρέπει να κατεβάσετε από τη σελίδα του εργαστηρίου το αρχείο *oslab\_kernel\_vm.config* (εφόσον δουλεύετε σε εικονική μηχανή) και να το αποθηκεύσετε στο φάκελο */usr/src/linux-3.2.39-dev*. Εάν δουλεύετε σε native installation κάντε το ίδιο χρησιμοποιώντας το config file για τον προεγκατεστημένο πυρήνα σας, το οποίο θα βρείτε στον κατάλογο */boot*.

Έπειτα, βρισκόμενοι σε αυτόν τον φάκελο, εκτελέστε την εντολή **sudo make xconfig**. Η εντολή αυτή χρησιμοποιείται για τις διάφορες ρυθμίσεις του πυρήνα, πριν την διαδικασία μεταγλώττισης<sup>3</sup>. Στο γραφικό παράθυρο που θα εμφανιστεί, πηγαίνετε στο menu *File->Load* και στον browser που θα εμφανιστεί, επιλέξτε το configuration αρχείο που αντιγράψατε στο προηγούμενο βήμα και αποθηκεύστε το (*File -> Save As*) ως *.config*. Το αρχείο *.config* είναι αυτό που θα χρησιμοποιηθεί για την ρύθμιση του πυρήνα<sup>4</sup>.

Στην συνέχεια θα προχωρήσετε στην μεταγλώττιση του πυρήνα. Εξ' ορισμού, το εκτελέσιμο του πυρήνα που θα παραχθεί θα έχει όνομα 3.2.39. Για να μπορείτε να διακρίνετε τον τροποποιημένο πυρήνα, θα αλλάξουμε το όνομα του εκτελέσιμου. Ανοίξτε προς επεξεργασία το Makefile που βρίσκεται στον τρέχοντα κατάλογο (*/usr/src/linux-3.2.39-dev*) και τροποποιήστε την τρίτη γραμμή ως εξής:

```
EXTRAVERSION = -dev
```

Έπειτα, εκτελέστε την εντολή **sudo make**. Σε αυτό το σημείο αρχίζει η μεταγλώττιση των αρχείων του πυρήνα και των διαφόρων modules που συμπεριλαμβάνονται στη standard διανομή και έχουν επιλεγεί κατά την ρύθμιση του πυρήνα.

Μετά το τέλος της μεταγλώττισης (και εφόσον δεν έχει τερματιστεί πρόωρα με κάποιο μήνυμα λάθους), θα πρέπει να εκτελέσετε τις εντολές **sudo make modules\_install**<sup>5</sup> και **sudo make install**. Η πρώτη εντολή εγκαθιστά τα διάφορα modules που έχουν επιλεγεί κατά τη ρύθμιση του πυρήνα στον φάκελο */lib/modules/linux-3.2.39-dev*. Η δεύτερη εντολή έχει ως αποτέλεσμα την αντιγραφή των αρχείων *vmlinuz-3.2.39-dev*, *System.map-3.2.39-dev* και *config-3.2.39-dev* στον φάκελο */boot*. Το αρχείο *vmlinuz-3.2.39-dev* είναι το "εκτελέσιμο" του πυρήνα. Επίσης, παράγεται και τοποθετείται

---

<sup>3</sup>Η διαδικασία ρύθμισης του πυρήνα θα πρέπει να γίνεται μόνο πριν την πρώτη φορά μεταγλώττισης του πυρήνα. Μετά από κάθε νέα αλλαγή, αρκεί να εκτελέσετε το αντίστοιχο compilation script.

<sup>4</sup>Σε περίπτωση που κάποιος επιθυμεί, μπορεί να ρυθμίσει τον πυρήνα, χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες επιλογές. Η διαδικασία αυτή αποτελεί καλή πρακτική εξάσκηση.

<sup>5</sup>Η εκτέλεση της εντολής αυτής είναι γενικά απαραίτητη μόνο σε περίπτωση που έχουν γίνει τροποποιήσεις στον πηγαίο κώδικα κάποιου module που υπάρχει στη standard διανομή.

στον ίδιο φάκελο το αρχείο *initrd.img-3.2.39-dev*, το οποίο είναι ένα προσωρινό σύστημα αρχείων που δεν αποθηκεύεται στο δίσκο αλλά στη μνήμη RAM και είναι απαραίτητο για τη διαδικασία εκκίνησης του λειτουργικού συστήματος.

Ελέγξτε το */boot* για την ύπαρξη του αρχείου *initrd.img-3.2.39-dev*. Σε τυχόν περίπτωση που το αρχείο δεν έχει δημιουργηθεί μετά το *make install*, θα πρέπει να το δημιουργήσετε εσείς. Βρισκόμενοι πάντα στον κατάλογο */boot* εκτελέστε την εντολή **sudo mkinitramfs -o initrd.img-3.2.39-dev 3.2.39-dev** ώστε να παραχθεί το αρχείο.

Μετά την επιτυχημένη μεταγλώττιση του πυρήνα, θα πρέπει να τροποποιήσετε τον bootloader, ώστε να αναγνωρίζει τον νέο πυρήνα. Για να γίνει αυτό, θα πρέπει να εκτελέσετε την εντολή **sudo update-grub**.

Τέλος, επανεκκινήστε το λειτουργικό σύστημα. Εάν έχετε εκτελέσει σωστά όλα τα παραπάνω βήματα, ο νέος πυρήνας θα εμφανίζεται ως μία επιπλέον επιλογή στην αρχική οθόνη του bootloader. Επιλέξτε για εκκίνηση τον νέο πυρήνα που έχετε δημιουργήσει. Μόλις το λειτουργικό σύστημα έχει ολοκληρώσει την διαδικασία εκκίνησης, πληκτρολογήστε την εντολή *uname -r* σε ένα terminal. Η εντολή αυτή εμφανίζει την έκδοση του πυρήνα που εκτελείται, οπότε θα πρέπει να σας εμφανίσει την έκδοση 3.2.39-dev.

## 6.1 Έτοιμη εικονική μηχανή

Σε περίπτωση που δεν καταφέρετε να δημιουργήσετε την εικονική μηχανή, η κάτι πήγε πολύ στραβά μετά την δημιουργία της, σας παρέχουμε και μία έτοιμη που ετοιμάσαμε για τα πλαίσια του μαθήματος σύμφωνα με τις παραπάνω οδηγίες.

Για να την χρησιμοποιήσετε, κατεβάστε το *oslab.zip* αρχείο από την διεύθυνση:

[http://www.inf.uth.gr/courses/CE321/noexternalweb/project/oslab\\_vm.zip](http://www.inf.uth.gr/courses/CE321/noexternalweb/project/oslab_vm.zip)

και αποσυμπέστε το στον σκληρό σας. Στη συνέχεια από το κεντρικό menu του VMWare Player επιλέξτε "Open a Virtual Machine" και επιλέξτε το αρχείο *OSLab.vmx* που θα βρείτε στον φάκελο που κάνατε την αποσυμπίεση.

Τα στοιχεία του χρήστη είναι:

username: oslab

password: oslab