



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Εικονικοποίηση Υπηρεσιών και Υπολογιστών
Ιδρύματος ή Επιχείρησης»



Τμήμα Μηχανικών
Πληροφορικής ΑΤΕΙΘ

Του φοιτητή
Βασίλη Αναγνωστόπουλου
Αρ. Μητρώου: 144204

Επιβλέπων
Αντώνης Σιδηρόπουλος

Θεσσαλονίκη 2023

Τίτλος Δ.Ε. Εικονικοποίηση Υπηρεσιών και Υπολογιστών Ιδρύματος ή Επιχείρησης Κωδικός Δ.Ε.
21349

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Βασίλης Αναγνωστόπουλος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Αντώνης Σιδηρόπουλος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 20-10-2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 16- 6-2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Βασίλη Αναγνωστόπουλου που την εκπόνησε/αν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιοδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

Πρόλογος

Το παρόν κείμενο αποτελεί το γραπτό κομμάτι της πτυχιακής εργασίας με τίτλο Εικονικοποίηση Υπηρεσιών και Υπολογιστών Ιδρύματος ή Επιχείρησης.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία στοχεύει στην εγκατάσταση και παραμετροποίηση ενός συστήματος διαχείρισης εικονικών μηχανών και υπηρεσιών, η οποία θα προσφέρει αποδοτικότερη διαχείριση των υποδομών και υπηρεσιών του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων.

Περίληψη

Η τεχνολογία εικονικοποίησης έχει καταστεί θεμελιώδης πτυχή της σύγχρονης υποδομής πληροφορικής, επιτρέποντας στους οργανισμούς να βελτιστοποιούν τους πόρους τους και να αυξάνουν την ευελιξία των συστημάτων τους. Μεταξύ των διαφόρων λύσεων εικονικοποίησης που είναι διαθέσιμες, το Proxmox Virtual Environment (VE) είναι μια δημοφιλής λύση ανοιχτού κώδικα που παρέχει προηγμένες δυνατότητες και δυνατότητες για τη διαχείριση εικονικοποιημένων περιβαλλόντων.

Η παρούσα διατριβή στοχεύει να διερευνήσει τα οφέλη της μετάβασης από ένα παλιότερο σύστημα, στο Proxmox VE και να παράσχει έναν ολοκληρωμένο οδηγό για οργανισμούς που θέλουν να κάνουν μια τέτοια μετάβαση. Η διατριβή θα καλύψει τα βασικά χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του Proxmox VE και θα το συγκρίνει με άλλες δημοφιλείς λύσεις εικονικοποίησης υλικού. Θα εξετάσει επίσης το ρόλο της εικονικοποίησης στην υπολογιστική νέφος (cloud computing) και τα πλεονεκτήματα της χρήσης του Proxmox VE για εικονικοποίηση των υποδομών μιας επιχείρησης ή ενός ιδρύματος.

Αυτή η διατριβή προορίζεται για επαγγελματίες πληροφορικής και διαχειριστές που είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση εικονικών περιβαλλόντων και διερευνούν την μετάβαση στο Proxmox VE. Η έρευνα θα παρέχει μια λεπτομερή κατανόηση των δυνατοτήτων και των πλεονεκτημάτων του Proxmox VE και θα χρησιμεύσει ως πολύτιμος οδηγός για οργανισμούς που επιθυμούν να βελτιστοποιήσουν τις υποδομές τους.

«Virtualization of Services and Machines of an Institute or Business»

Vasilis Anagnostopoulos

Abstract

Virtualization technology has become a fundamental aspect of modern IT infrastructure, enabling organizations to optimize their resources and increase the flexibility of their IT systems. Among the different virtualization solutions available, Proxmox Virtual Environment (VE) is a popular open-source solution that provides advanced features and capabilities for managing virtualized environments.

This thesis aims to explore the benefits of migrating to Proxmox VE and to provide a comprehensive guide for organizations looking to make the transition. The thesis will cover the key features and capabilities of Proxmox VE and will compare it with other popular hardware virtualization solutions. It will also examine the role of virtualization in cloud computing and the advantages of using Proxmox VE for virtualizing IT infrastructure.

This thesis is intended for IT professionals and administrators who are responsible for managing virtualized environments and are considering migrating to Proxmox VE. The research will provide a thorough understanding of the capabilities and benefits of Proxmox VE and will serve as a valuable resource for organizations looking to optimize their IT infrastructure.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στην οικογένεια και τους φίλους μου για την αμέριστη υποστήριξή τους και ενθάρρυνση σε όλη αυτή τη διαδικασία. Η αγάπη και η υποστήριξή τους ήταν το σταθερό μου κίνητρο.

Είμαι επίσης ευγνώμων στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων που μου παρείχε τους πόρους και το υλικό που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας, κ. Σιδηρόπουλο, για την καθοδήγηση και την υποστήριξή τους προς την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής. Η τεχνογνωσία και οι πολύτιμες γνώσεις του ήταν καθοριστικής σημασίας για την ανάπτυξη και διαμόρφωση την εργασίας.

Σας ευχαριστώ όλους για τη συμβολή σας σε αυτό το έργο.

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	v
Περίληψη.....	vi
Abstract.....	vii
Ευχαριστίες.....	viii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Σχημάτων.....	xi
Συνομογραφίες.....	xii
Κεφάλαιο 1ο: Επισκόπηση της Τεχνολογίας Εικονικοποίησης.....	15
1.1 θεωρητικό υπόβαθρο της Τεχνολογίας Εικονικοποίησης.....	15
1.2 Διαφορετικοί τύποι εικονικοποίησης και οι διαφορές τους.....	15
1.2.1 Διαφορετικά είδη εικονικοποίησης ενός διακομιστή.....	15
1.2.2 Διαφορετικοί τύποι Hypervisors.....	16
1.3 Πλεονεκτήματα της Εικονικοποίησης υλικού.....	18
1.4 Ρόλος και σημασία της Εικονικοποίησης υλικού στο Cloud Computing.....	1
Κεφάλαιο 2ο: Επισκόπηση του Proxmox VE και των δυνατοτήτων του.....	3
2.1 Βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες του Proxmox.....	3
2.1.1 Διαχείριση αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox.....	3
2.1.2 Αναπαραγωγή αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox.....	3
2.1.3 Τείχος προστασίας του Proxmox.....	3
2.1.4 Διαχείριση χρηστών στο Proxmox.....	3
2.1.5 Αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά αντιγράφων ασφαλείας.....	3
2.2 Σύγκριση του Proxmox με άλλες λύσεις εικονικοποίησης.....	3
2.3.1 Σύγκριση του Proxmox με το VMware ESXi	3
2.3.2 Σύγκριση του Proxmox με το Openstack.....	3
2.3.3 Σύγκριση του Proxmox με το Xen Server.....	4
2.3 Αποτελέσματα μελέτης.....	4
Κεφάλαιο 3ο: Σε βάθος περιγραφή των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων του Proxmox.....	7
3.1 Διαχείριση αποθηκευτικού χώρου.....	7
3.2 Αναπαραγωγή αποθηκευτικού χώρου.....	7
3.3 Τείχος προστασίας.....	7
3.4 Υψηλή διαθεσιμότητα.....	8
3.5 Διαχείριση χρηστών.....	8
3.6 Αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά.....	8

Κεφάλαιο 4ο: Εγκατάσταση, παραμετροποίηση και διαχείριση του Proxmox.....	30
4.1 Εγκατάσταση του Proxmox.....	31
4.1.1 Ελάχιστες απαιτήσεις συστήματος	34
4.1.2 Οδηγίες εγκατάστασης σε γυμνό υπολογιστή.....	35
4.2 Διαχείριση και παραμετροποίηση του Proxmox.....	36
4.2.1 Ρυθμιση μη συνδρομητικού αποθετηρίου για πακέτα του Linux	37
4.2.2 Διαχείριση Ψηφιακών Πιστοποιητικών.....	37
4.2.3 Διαχείριση χρηστών στο Proxmox.....	37
4.2.4 Έλεγχος δικαιωμάτων στο Proxmox.....	39
4.2.5 Διαχείριση Συστάδας Proxmox.....	41
4.2.5.1 Προϋποθέσεις για την λειτουργία της συστάδας.....	41
4.2.5.2 Προετοιμασία κόμβου για ένταξη σε συστάδα Proxmox.....	41
4.2.5.3 Προσθήκη ενός κόμβου σε συστάδα Proxmox.....	42
4.2.5.4 Αφαίρεση ενός κόμβου από συστάδα Proxmox.....	42
4.2.6 Διαμόρφωση του Τείχους Προστασίας του Proxmox.....	43
4.2.7 Ανάκαμψη κόμβου απο αποτυχία.....	44
4.2.8 Ρυθμίσεις αναπαραγωγής αποθηκευτικού χώρου.....	45
4.2.8.1 Λειτουργία προγραμματισμένης εργασίας αναπαραγωγής.....	45
4.2.9 Πολιτική αποτυχίας εκκίνησης του Proxmox VE.....	46
4.2.10 Συντήρηση κόμβων Proxmox VE.....	47
4.2.11 Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά.....	48
4.2.12 Μετανάστευση εικονικών μηχανών.....	50
4.2.13 Εισαγωγή εικονικών μηχανών απο άλλον Hypervisor στο Proxmox.....	51
4.2.13 Εδημιουργία στιγμιotypών εικονικών μηχανών.....	51
Κεφάλαιο 5ο: Εγκατάσταση φυσικών Proxmox διακομιστών σε Server Room.....	53
5.1 Εισαγωγή.....	53
5.2 Αρχιτεκτονική και τεχνικά χαρακτηριστικά των υπολογιστών που χρησιμοποιήθηκαν.....	54
5.3 Racks και καλωδίωση.....	54
5.4 Τροφοδοσία και UPS.....	55
5.5 Σύστημα Ψύξης.....	55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	11

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1: Αρχικό Prompt Οδηγού Εγκατάστασης του Proxmox.....	32
Σχήμα 2: Επιλογή Δίσκου για εγκατάσταση.....	33
Σχήμα 3: Επιλογή Χώρας, Γλώσσας και Ζώνης Ώρας.....	33
Σχήμα 4: Καθορισμός κωδικού πρόσβασης.....	34
Σχήμα 5: Διαμόρφωση ρυθμίσεων δικτύου.....	34
Σχήμα 6: Περίληψη ρυθμίσεων που επιλέχθηκαν για εγκατάσταση.....	35
Σχήμα 7: Δημιουργία λογαριασμού ACME.....	37
Σχήμα 8: Δημιουργία μηχανισμού TOTP.....	40
Σχήμα 9: Δημιουργία ρόλου χρήστη.....	41
Σχήμα 10: Δημιουργία εργασίας αναπαραγωγής.....	47
Σχήμα 11: Μετανάστευση εικονικής μηχανής.....	51

Συντομογραφίες

Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
API	Application Programming Interface
VE	Virtual Environment

1 Επισκόπηση της Τεχνολογίας Εικονικοποίησης

1.1 Θεωρητικό υπόβαθρο της Τεχνολογίας Εικονικοποίησης

Η εικονικοποίηση υλικού έχει τις ρίζες της στις δεκαετίες του 1960 και του 1970, όταν η IBM ανέπτυξε την έννοια της εικονικοποίησης για να βελτιώσει τη χρήση των mainframe υπολογιστών εκείνης της εποχής. Το πρώτο εργαλείο εικονικοποίησης mainframe, που ονομάστηκε IBM System/370, κυκλοφόρησε το 1972 και παρείχε τη δυνατότητα εκτέλεσης πολλαπλών εικονικών μηχανών σε μία μόνο φυσική μηχανή. Ωστόσο, η τεχνολογία χρησιμοποιήθηκε κυρίως σε μεγάλους οργανισμούς και δεν υιοθετήθηκε ευρέως από το ευρύ κοινό.

Η έννοια της εικονικοποίησης υλικού αναπτύχθηκε περαιτέρω στη δεκαετία του 1990 με την κυκλοφορία του VMware, του πρώτου ευρέως διαδεδομένου προϊόντος εικονικοποίησης x86. Το VMware επέτρεψε στους προσωπικούς υπολογιστές να εκτελούν πολλαπλά λειτουργικά συστήματα σε ένα μόνο φυσικό μηχάνημα, παρέχοντας παρόμοιο επίπεδο λειτουργικότητας με την εικονικοποίηση ενός mainframe υπολογιστή. Αυτό επέτρεψε πύο αποδοτική χρήση των υπολογιστικών πόρων και επέτρεψε στους οργανισμούς να μειώσουν τον αριθμό των απαιτούμενων φυσικών υπολογιστών.

Στη δεκαετία του 2000, η τεχνολογία εικονικοποίησης υλικού συνέχισε να εξελίσσεται, με την ανάπτυξη νέων προϊόντων εικονικοποίησης όπως το Microsoft Hyper-V και το Xen. Αυτά τα εργαλεία παρείχαν παρόμοια λειτουργικότητα με το VMware. Ήταν επίσης ανοιχτού κώδικα, καθιστώντας τα πιο προσιτά σε ένα ευρύτερο φάσμα οργανισμών και επιχειρήσεων. Το τμήμα μας (Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔιΠαΕ και πρώην Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσ/νίκης) χρησιμοποιεί επί του παρόντος τον διακομιστή Xen για τις απαιτήσεις των υποδομών του.

Το θεωρητικό υπόβαθρο της εικονικοποίησης υλικού βασίζεται στην έννοια της αφάιρεσης (abstraction), η οποία είναι η διαδικασία απόκρυψης της υποκείμενης πολυπλοκότητας ενός συστήματος και παρουσίασης μιας απλοποιημένης άποψης του προς τον χρήστη. Η εικονικοποίηση υλικού αφαιρεί τους υποκείμενους φυσικούς υπολογιστικούς πόρους, δημιουργώντας ένα επίπεδο εικονικοποίησης μεταξύ του φυσικού υλικού και των εικονικών μηχανών.

Αυτό το επίπεδο είναι γνωστό και ως hypervisor, το οποίο είναι ένα κομμάτι λογισμικού που διαχειρίζεται την εικονικοποίηση των πόρων υλικού και είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία εικονικών μηχανών.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της εικονικοποίησης υλικού είναι η δυνατότητα εκτέλεσης πολλαπλών λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών σε ένα μόνο φυσικό μηχάνημα, καθιστώντας έτσι πιο αποδοτική την χρήση των πόρων υλικού. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση κόστους, καθώς οι οργανισμοί μπορούν να εκτελούν πολλαπλές εφαρμογές για διαφορετικό φόρτο εργασίας σε έναν μόνο διακομιστή, μειώνοντας την ανάγκη για πρόσθετο υλικό. Η εικονικοποίηση υλικού επιτρέπει επίσης την ανάκτηση της πρότερης κατάστασης των συστημάτων σε περίπτωση καταστροφής, επιτρέποντας τη δημιουργία στιγμιότυπων εικονικής μηχανής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γρήγορη επαναφορά μιας εικονικής μηχανής στην προηγούμενη της κατάσταση.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της εικονικοποίησης υλικού είναι η δυνατότητα δημιουργίας εικονικών μηχανών που είναι απομονωμένες μεταξύ τους, παρέχοντας υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας. Κάθε εικονική μηχανή εκτελείται στο δικό της απομονωμένο περιβάλλον και δεν μπορεί να έχει πρόσβαση στους πόρους άλλων εικονικών μηχανών. Αυτό καθίσταται ιδιαίτερα χρήσιμο για την εκτέλεση εφαρμογών που έχουν διαφορετικές απαιτήσεις ασφαλείας ή για σκοπούς δοκιμής και ανάπτυξης λογισμικού.

Κεφάλαιο 1

Η εικονικοποίηση υλικού έχει γίνει μια κρίσιμη πτυχή των σύγχρονων υποδομών πληροφορικής, καθώς επιτρέπει στους οργανισμούς να βελτιστοποιούν τους πόρους τους, να αυξάνουν την αποδοτικότητα και να βελτιώνουν την ασφάλεια. Υπάρχουν αρκετές δημοφιλείς λύσεις εικονικοποίησης υλικού διαθέσιμες στην αγορά, όπως το VMware vSphere, το Microsoft Hyper-V, το Citrix XenServer και το Proxmox. Αυτές οι λύσεις παρέχουν ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων, επιτρέποντας στους οργανισμούς να επιλέξουν μια λύση που ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες τους.

1.2 Διαφορετικοί τύποι Εικονικοποίησης και οι διαφορές τους

1.3 Διαφορετικά είδη εικονικοποίησης ενός διακομιστή

Η πλήρης εικονικοποίηση είναι μια τεχνική που επιτρέπει σε έναν φυσικό διακομιστή να φιλοξενεί πολλαπλά, απομονωμένα εικονικά περιβάλλοντα ή λειτουργικά συστήματα ως "επισκέπτες". Με την πλήρη εικονικοποίηση, η εικονική μηχανή (VM) παρουσιάζεται με ένα εικονικοποιημένο σύνολο υλικού, συμπεριλαμβανομένων εικονικών CPU, μνήμης, αποθήκευσης και διεπαφών δικτύου.

Το λειτουργικό σύστημα του επισκέπτη δεν γνωρίζει ότι εκτελείται σε εικονικό περιβάλλον και επομένως συμπεριφέρεται σαν να εκτελείται στο δικό του αποκλειστικό υλικό. Παραδείγματα πλήρους εικονικοποίησης περιλαμβάνουν το VMware ESXi, το Microsoft Hyper-V και το Proxmox VE.

Το Paravirtualization (παρα-εικονικοποίηση) είναι μια τεχνική κατά την οποία το λειτουργικό σύστημα του επισκέπτη τροποποιείται για να γνωρίζει ότι εκτελείται σε εικονικό περιβάλλον. Αυτό επιτρέπει στο λειτουργικό σύστημα επισκέπτη να επικοινωνεί απευθείας με το εικονικοποιημένο υλικό, αντί να περνά μέσα από ένα εικονικοποιημένο επίπεδο.

Το αποτέλεσμα είναι μια πιο αποτελεσματική χρήση των πόρων, καθώς το λειτουργικό σύστημα επισκέπτη μπορεί να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες του εικονικού περιβάλλοντος. Παραδείγματα εργαλείων που παρέχουν λύσεις παραεικονικοποίησης περιλαμβάνουν τα Oracle VM VirtualBox και KVM.

Η εικονικοποίηση σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος είναι μια τεχνική που επιτρέπει σε πολλαπλά απομονωμένα στιγμιότυπα γνωστά και ως εικονικά κιβώτια (containers) να εκτελούνται σε έναν μόνο πυρήνα λειτουργικού συστήματος. Κάθε στιγμιότυπο είναι απομονωμένο από τα άλλα και έχει το δικό του σύστημα αρχείων, διεύθυνση IP και χώρο μνήμης διεργασιών.

Όλα τα στιγμιότυπα μοιράζονται τον ίδιο πυρήνα, γεγονός που καθιστά το σύστημα πιο ελαφρύ από την πλήρη εικονικοποίηση ωστόσο ο βαθμός απομόνωσης τους δεν είναι τόσο ισχυρός όσο στην πλήρη εικονικοποίηση. Παραδείγματα εικονικοποίησης σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος περιλαμβάνουν το Docker, το LXC και το OpenVZ.

Συνοψίζοντας, η πλήρης εικονικοποίηση προσομοιώνει το πλήρες υλικό για τα φιλοξενούμενα λειτουργικά συστήματα, η παρα-εικονικοποίηση επιτρέπει στο λειτουργικό σύστημα φιλοξενούμενο να επικοινωνεί απευθείας με το εικονικοποιημένο υλικό και η εικονικοποίηση σε επίπεδο λειτουργικού συστήματος επιτρέπει την εκτέλεση πολλαπλών containers σε έναν μόνο πυρήνα.

1.2.2 Διαφορετικοί τύποι Hypervisors

Η τεχνολογία εικονικοποίησης υλικού έχει εξελιχθεί με την πάροδο του χρόνου και υπάρχουν διάφοροι διαθέσιμοι τύποι επόπτη πόρων (Hypervisor). Οι δύο κύριοι τύποι επόπτη είναι Τύπος 1, ή γυμνού μετάλλου (bare metal) hypervisors, και Τύπος 2, ή φιλοξενούμενοι υπερεπόπτες.

Οι υπερεπόπτες τύπου 1 εκτελούνται απευθείας στο υλικό του φυσικού υπολογιστή και παρέχουν άμεση πρόσβαση στους πόρους υλικού. Αυτός ο τύπος υπερεπόπτη είναι επίσης γνωστός ως εγγενείς ή γυμνοί (bare

metal). Παραδείγματα hypervisor τύπου 1 περιλαμβάνουν το VMware ESXi, το Microsoft Hyper-V και το Proxmox VE. Στα πλεονεκτήματα των hypervisors τύπου 1 περιλαμβάνονται τα εξής χαρακτηριστικά:

Παρέχουν υψηλότερο επίπεδο απόδοσης, καθώς έχουν άμεση πρόσβαση στους πόρους υλικού του κεντρικού υπολογιστή. Επίσης, έχουν μικρότερο αποτύπωμα κατανάλωσης πόρων, και παρέχουν υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας.

Στα μειονεκτήματα τους περιλαμβάνονται:

Είναι συνήθως πιο περίπλοκα στην εγκατάσταση και την παραμετροποίηση από τους υπερερόπτες τύπου 2. Επίσης, Απαιτούν εξειδικευμένο υλικό, καθώς τρέχουν απευθείας στο υλικό του φυσικού υπολογιστή. Τέλος, συνήθως είναι πιο ακριβοί από τους υπερερόπτες τύπου 2.

Οι hypervisors τύπου 2 τρέχουν πάνω από ένα λειτουργικό σύστημα και χρησιμοποιούν τους πόρους του φυσικού υπολογιστή για τη δημιουργία εικονικών μηχανών. Παραδείγματα hypervisor τύπου 2 περιλαμβάνουν το Oracle VirtualBox και το VMware Workstation. Στα πλεονεκτήματα των hypervisors τύπου 2 περιλαμβάνονται:

Είναι συνήθως πιο εύκολο να εγκατασταθούν και να ρυθμιστούν από τους υπερερόπτες τύπου 1, καθώς εκτελούνται πάνω από ένα λειτουργικό σύστημα κεντρικού υπολογιστή. Επιπλέον, Μπορούν να λειτουργήσουν σε ένα ευρύ φάσμα υλικού, καθώς δεν απαιτούν εξειδικευμένο υλικό και τυπικά είναι λιγότερο ακριβοί από τους υπερερόπτες τύπου 1

Στα μειονεκτήματα τους περιλαμβάνονται:

Παρέχουν χαμηλότερο επίπεδο απόδοσης από τους υπερερόπτες τύπου 1, καθώς εισάγουν ένα επιπρόσθετο επίπεδο λογισμικού μεταξύ του λειτουργικού συστήματος του και του υλικού του φυσικού υπολογιστή. Αυτό το επιπλέον επίπεδο, μπορεί να προκαλέσει κάποια επιβάρυνση απόδοσης, καθώς πρέπει να διαχειρίζεται τους πόρους του συστήματος και να αλληλεπιδρά με το υλικό του κεντρικού υπολογιστή. Αυτό το επίπεδο εμμεσότητας που εισάγουν τους καθιστά επίσης λιγότερο ασφαλείς από τους υπερερόπτες τύπου 1

Συνοπτικά, οι υπερερόπτες τύπου 1 παρέχουν υψηλότερο επίπεδο απόδοσης και ασφάλειας, αλλά είναι συνήθως πιο περίπλοκοι στην εγκατάσταση και την παραμετροποίηση και απαιτούν εξειδικευμένο υλικό. Οι hypervisors τύπου 2 είναι συνήθως πιο εύκολο να εγκατασταθούν και να ρυθμιστούν και μπορούν να εκτελεστούν σε ένα ευρύ φάσμα υλικού, αλλά παρέχουν χαμηλότερο επίπεδο απόδοσης και ασφάλειας. Η επιλογή μεταξύ υπερερόπτη τύπου 1 και τύπου 2 εξαρτάται από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις του οργανισμού, τους διαθέσιμους πόρους και τον προϋπολογισμό κόστους.

1.4 Πλεονεκτήματα της Εικονικοποίησης υλικού

Συνολικά, η εικονικοποίηση υλικού παρέχει πολλαπλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις διαχείρισης διακομιστών. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις διαχείρισης μπορεί να είναι χρονοβόρες, περίπλοκες και δαπανηρές, απαιτώντας από τους οργανισμούς να αγοράζουν και να συντηρούν πολλούς φυσικούς υπολογιστές, με τον καθένα να εκτελεί το δικό του λειτουργικό σύστημα και εφαρμογές. Η εικονικοποίηση υλικού προσφέρει μια πιο αποτελεσματική και οικονομικά αποδοτική προσέγγιση στη διαχείριση διακομιστών, μέσω εικονικοποίησης πολλαπλών λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών σε έναν ενιαίο φυσικό διακομιστή.

Στα κύρια πλεονεκτήματα της εικονικοποίησης υλικού συμπεριλαμβάνονται:

Βελτιωμένη απόδοση: Η χρήση εικονικών μηχανών είναι πιο αποτελεσματική από τη χρήση φυσικών διακομιστών, επειδή η εικονικοποίηση επιτρέπει στους οργανισμούς να μεγιστοποιήσουν τη χρήση των

Κεφάλαιο 1

διαθέσιμων υπολογιστικών πόρων. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στη μείωση του κόστους υλικού, της κατανάλωσης ενέργειας και των απαιτήσεων χώρου στις εγκαταστάσεις όπου φιλοξενούνται οι IT υποδομές του οργανισμού.

Αυξημένη επεκτασιμότητα: Η εικονικοποίηση υλικού καθιστά εύκολη τη δημιουργία και τη διαχείριση πολλαπλών εικονικών μηχανών σε έναν μόνο φυσικό διακομιστή. Αυτό διευκολύνει την καταπαίτηση κλιμάκωση των εφαρμογών και υπηρεσιών, καθώς οι εικονικές μηχανές μπορούν να προστεθούν ή να αφαιρεθούν ανάλογα με τις ανάγκες για να ανταποκρίνονται στη ζήτηση. Αυτό επιτρέπει στους διαχειριστές IT να παρέχουν γρήγορα και εύκολα νέες εικονικές μηχανές και να κατανέμουν πόρους σε αυτές ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Βελτιωμένη ασφάλεια: Η εικονικοποίηση υλικού συμβάλλει στη βελτίωση της ασφάλειας απομονώνοντας κάθε εικονική μηχανή από τις άλλες και από το λειτουργικό σύστημα του φυσικού υπολογιστή που τις φιλοξενεί. Αυτό μειώνει τον κίνδυνο εξάπλωσης κακόβουλου λογισμικού από τη μια εικονική μηχανή στην άλλη και βοηθά στην προστασία του λειτουργικού συστήματος του κεντρικού υπολογιστή από επιθέσεις.

Πιο απλοποιημένη διαχείριση: Η εικονικοποίηση υλικού επιτρέπει στους διαχειριστές να διαχειρίζονται πολλαπλές εικονικές μηχανές από μία μόνο κονσόλα. Αυτό διευκολύνει την παρακολούθηση και τη διαχείριση των πόρων, την επίβλεψη των εικονικών μηχανών, καθώς και την διευκόλυνση είτε αυτοματοποίηση των ενημερώσεων λογισμικού σε όλες τις εικονικές μηχανές ταυτόχρονα.

Καλύτερη αποκατάσταση από καταστροφές: Η εικονικοποίηση υλικού μπορεί να απλοποιήσει την ανάκτηση από καταστροφές, επιτρέποντας στους διαχειριστές IT να μεταφέρουν γρήγορα και εύκολα εικονικές μηχανές από έναν φυσικό διακομιστή σε έναν άλλο. Αυτό βοηθά στη διασφάλιση της εύρυθμης λειτουργίας της επιχείρησης σε περίπτωση βλάβης υλικού ή άλλης καταστροφής.

1.5 Ρόλος και σημασία της Εικονικοποίησης στο Cloud Computing

Σήμερα, η εικονικοποίηση υλικού έχει γίνει όλο και πιο σημαντική με την ραγδαία ανάπτυξη του τεχνολογιών υπολογιστικής νέφους – Cloud computing. Το Cloud computing βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην τεχνολογία εικονικοποίησης για την παροχή κλιμακωτών (scalable), κατ' απαίτηση υπολογιστικών πόρων. Πολλοί πάροχοι cloud χρησιμοποιούν εικονικοποίηση για να παρέχουν εικονικούς διακομιστές, αποθηκευτικό χώρο αλλά και δίκτυα στους πελάτες τους. Επιπλέον, η άνοδος των τεχνολογιών εικονικών κιβωτίων (containers), όπως το Docker, έχει επίσης αυξήσει τη σημασία της εικονικοποίησης για τις σύγχρονες υποδομές πληροφορικής.

Η εικονικοποίηση υλικού διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στο cloud computing, επιτρέποντας στους οργανισμούς να κάνουν πιο ευέλικτη χρήση των υπολογιστικών τους πόρων, οι οποίοι μπορούν να καταναμηθούν δυναμικά για την κάλυψη των συνεχώς μεταβαλλόμενων αναγκών τους.

Επιπλέον, η εικονικοποίηση μπορεί να βελτιώσει την ασφάλεια μιας cloud εφαρμογής με την δυνατότητα της να δημιουργεί απομονωμένα εικονικά συστήματα αλλά και να παρέχει λεπτόκοκκες (fine-grained) πολιτικές ασφαλείας για ομάδες από εικονικές μηχανές.

Τέλος, η εικονικοποίηση υλικού επιτρέπει την ανάκτηση από καταστροφή, επιτρέποντας τη δημιουργία στιγμιότυπων εικονικής μηχανής που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γρήγορη επαναφορά μιας εικονικής μηχανής στην προηγούμενη κατάσταση σε περίπτωση αποτυχίας. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο για υπηρεσίες που βασίζονται σε σύννεφο, καθώς επιτρέπει στους οργανισμούς να ανακάμψουν γρήγορα από βλάβες και να ελαχιστοποιήσουν το χρόνο μιας ενδεχόμενης διακοπής λειτουργίας των υπηρεσιών τους.

2 Επισκόπηση του Proxmox VE και των δυνατοτήτων του

2.1 βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες του Proxmox

Το Proxmox είναι μια πλούσια σε χαρακτηριστικά πλατφόρμα που παρέχει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων για τη διαχείριση και την εικονικοποίηση υπολογιστών.

Το μεγάλο σύνολο δυνατοτήτων του περιλαμβάνει την δημιουργία συστάδων υπολογιστών υψηλής διαθεσιμότητας, ζωντανή μετεγκατάσταση εικονικών μηχανών και containers σε άλλους υπολογιστές της συστάδας, διαχείριση αποθηκευτικού χώρου, τείχος προστασίας, δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτηση τους και πολλά άλλα. Επιπλέον, το Proxmox VE εξελίσσεται συνεχώς, με νέες δυνατότητες και βελτιώσεις που προστίθενται τακτικά στο οπλοστάσιό του. Σε αυτήν την ενότητα, θα παρέχουμε μια σύντομη περιγραφή ορισμένων από αυτές τις δυνατότητες πάντα σύμφωνα με τις ανάγκες του ιδρύματός μας.

2.1.1 Διαχείριση αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox

Το Proxmox υποστηρίζει διάφορους τύπους αποθήκευσης, όπως τοπική αποθήκευση, αποθήκευση δικτύου και κατανεμημένη αποθήκευση.

Η τοπική αποθήκευση επιτρέπει να χρησιμοποιηθούν οι τοπικοί δίσκοι του διακομιστή για την αποθήκευση εικονικών μηχανών (VM), ενώ η αποθήκευση δικτύου μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε ένα κοινόχρηστο σύστημα αποθήκευσης όπως το iSCSI ή το NFS. Η κατανεμημένη αποθήκευση, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιεί ένα σύστημα αρχείων συστάδας όπως το Ceph ή το GlusterFS για να παρέχει μια υψηλά διαθέσιμη και επεκτάσιμη λύση αποθήκευσης για εικονικές μηχανές.

2.1.2 Αναπαραγωγή αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox

Το Proxmox VE παρέχει επίσης τη δυνατότητα αναπαραγωγής αποθηκευτικού χώρου που μας επιτρέπει να αναπαράγουμε δίσκους VM μεταξύ δύο συστάδων του Proxmox. Αυτό το χαρακτηριστικό δίνει τη δυνατότητα να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο ασφαλείας των VM και να διατηρηθούν συγχρονισμένα μεταξύ διαφορετικών κόμβων Proxmox, διασφαλίζοντας τη διαθεσιμότητα δεδομένων και μειώνοντας τον κίνδυνο απώλειας δεδομένων.

2.1.3 Τείχος προστασίας του Proxmox

Το τείχος προστασίας Proxmox VE είναι ένα ενσωματωμένο χαρακτηριστικό που επιτρέπει τον ορισμό κανόνων τείχους προστασίας για να γίνει δυνατός ο έλεγχος της εισερχόμενης και της εξερχόμενης κίνησης προς τα VM.

Το τείχος προστασίας βασίζεται στα Linux iptables και επίσης το Proxmox παρέχει μια γραφική διεπαφή για τη διαχείριση κανόνων. Μπορούν να οριστούν κανόνες με βάση τις διευθύνσεις IP προέλευσης και προορισμού, τις θύρες αλλά και τα πρωτόκολλα.

2.1.4 Υψηλή διαθεσιμότητα

Το Proxmox παρέχει ομαδοποίηση υπολογιστών με υψηλή διαθεσιμότητα (High Availability) για να διασφαλίσει ότι οι εικονικές μηχανές (VM) συνεχίζουν να λειτουργούν χωρίς διακοπή σε περίπτωση αποτυχίας ενός κόμβου του Proxmox. Η ομαδοποίηση HA επιτρέπει την κατανομή των VM σε πολλούς κόμβους, γεγονός που επιτρέπει την αυτόματη επαναφορά VMs σε περίπτωση αποτυχίας ενός κόμβου. Το

Κεφάλαιο 2

Proxmox υποστηρίζει επίσης τη δυνατότητα για ζωντανή μετεγκατάσταση, η οποία επιτρέπει τη μετεγκατάσταση εικονικών μηχανών και κοντέινερ μεταξύ υπολογιστών της συστάδας ενώ βρίσκονται ακόμη σε λειτουργία, χωρίς να υπάρχει χρόνος διακοπής λειτουργίας και υπηρεσιών που φιλοξενούνται σε αυτά.

2.1.5 Διαχείριση χρηστών στο Proxmox

Το Proxmox επιτρέπει τη δημιουργία και τη διαχείριση πολλών λογαριασμών χρηστών, ο καθένας με τα δικά του δικαιώματα. Αυτό επιτρέπει στους διαχειριστές να παρέχουν πρόσβαση σε διαφορετικές δυνατότητες και λειτουργίες με βάση τις ανάγκες των μεμονωμένων χρηστών. Επιπλέον, το Proxmox υποστηρίζει εξωτερικές πηγές αυθεντικοποίησης όπως LDAP και Active Directory, γεγονός που διευκολύνει τη διαχείριση λογαριασμών χρηστών σε πολλά συστήματα.

2.1.6 Αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά αντιγράφων ασφαλείας

Το Proxmox περιλαμβάνει επίσης την ενσωματωμένη δυνατότητα δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς που επιτρέπει τη δημιουργία πλήρων(full) και σταδιακών(incremental) αντιγράφων ασφαλείας εικονικών μηχανών, κοντέινερ αλλά και της ίδιας της παραμετροποίησης του Proxmox. Τα α αντίγραφα ασφαλείας μπορούν να αποθηκευτούν τοπικά ή απομακρυσμένα και μπορούν να προγραμματιστούν να εκτελούνται αυτόματα. Το Proxmox περιλαμβάνει επίσης μια γραφική διεπαφή χρήστη για επαναφορά εικονικών μηχανών από αντίγραφα ασφαλείας.

2.2 Σύγκριση του Proxmox με άλλες λύσεις εικονικοποίησης

Η τεχνολογία εικονικοποίησης έχει γίνει ένα κρίσιμο συστατικό της σύγχρονης υποδομής πληροφορικής και ενώ υπάρχουν πολλές διαθέσιμες λύσεις εικονικοποίησης, καθε μία με το δικό της σύνολο χαρακτηριστικών και πλεονεκτημάτων, το Proxmox έχει αναδειχθεί ως μια κορυφαία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων.

Σε αυτή την ενότητα, θα εξετάσουμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του Proxmox σε σύγκριση με άλλες δημοφιλείς εμπορικές λύσεις εικονικοποίησης για τις οποίες δόθηκε αφορμή για μελέτη στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Μέσω αυτής της σύγκρισης, θα παρέχουμε μια ανάλυση των πλεονεκτημάτων και των αδυναμιών κάθε πλατφόρμας, επιτρέποντας την καλύτερη κατανόηση των παραγόντων που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επιλογή μιας λύσης εικονικοποίησης που αρμόζει για περίπτωση χρήσης μας.

2.2.1 Σύγκριση του proxmox με το VMware ESXi

Κόστος: Το Proxmox VE είναι μια λύση ανοιχτού κώδικα και διατίθεται δωρεάν, ενώ το VMWare ESXi απαιτεί άδεια επί πληρωμή. Ωστόσο, το VMWare ESXi παρέχει πρόσθετες λειτουργίες που μπορεί να είναι απαραίτητες για ορισμένες περιπτώσεις εταιρικής χρήσης, όπως προηγμένες δυνατότητες δικτύωσης και αποθήκευσης.

Διεπαφή χρήστη για διαχείριση του περιβάλλοντος: Το Proxmox VE παρέχει μια διεπαφή διαχείρισης που είναι εύκολη στη χρήση και την πλοήγηση. Το VMWare ESXi παρέχει μια πιο παραδοσιακή διεπαφή που παρέχει παρόμοιες δυνατότητες με την διεπαφή του Proxmox.

Υποστήριξη Virtualization: Το Proxmox VE υποστηρίζει τεχνολογίες εικονικοποίησης KVM και LXC, ενώ το VMWare ESXi υποστηρίζει μόνο τη δική του αποκλειστική τεχνολογία εικονικοποίησης.

Υψηλή διαθεσιμότητα: Τόσο το Proxmox VE όσο και το VMWare ESXi παρέχουν ομαδοποίηση υψηλής διαθεσιμότητας (HA), αλλά το Proxmox VE χρησιμοποιεί εργαλεία ανοιχτού κώδικα, ενώ το VMWare ESXi απαιτεί πρόσθετη πληρωμένη άδεια χρήσης.

Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά: Το Proxmox VE περιλαμβάνει μια ενσωματωμένη δυνατότητα δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς, ενώ το VMWare ESXi απαιτεί ξεχωριστές λύσεις δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας.

Υποστήριξη απο την κοινότητα: Το Proxmox VE διαθέτει μια ενεργή κοινότητα που παρέχει πόρους και υποστήριξη στους χρήστες. Το VMWare ESXi έχει επίσης μια μεγάλη κοινότητα, αλλά είναι πιο επικεντρωμένη στο να παρέχει υποστήριξη σε επιχειρήσεις.

Συμπερασματικά, το Proxmox VE και το VMWare ESXi είναι και οι δύο ισχυρές πλατφόρμες εικονικοποίησης που προσφέρουν ένα ευρύ φάσμα χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων. Ενώ και οι δύο πλατφόρμες έχουν τα δυνατά τους σημεία, το Proxmox VE είναι μια πιο οικονομική λύση που παρέχει φιλική προς το χρήστη διεπαφή και ισχυρές δυνατότητες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς, ενώ το VMWare ESXi παρέχει πιο προηγμένες δυνατότητες δικτύωσης και αποθήκευσης αλλά απαιτεί άδεια επί πληρωμή, γεγονός που το κάνει να μην αρμόζει στην δικιά μας περίπτωση χρήσης. Επιπλέον, Το VMWare ESXi ενδέχεται να σταματήσει να υποστηρίζει παλαιότερο υλικό καθώς κυκλοφορούν νέες εκδόσεις και ως αποτέλεσμα, το παλαιότερο υλικό ενδέχεται να μην πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις για νέες εκδόσεις του ESXi.

2.2.2 Σύγκριση του proxmox με το Openstack

Αρχιτεκτονική: Το Proxmox VE βασίζεται σε εικονικοποίηση KVM (Kernel-based Virtual Machine) και LXC (Linux Containers), ενώ το OpenStack βασίζεται σε μια αρθρωτή αρχιτεκτονική που περιλαμβάνει πολλά υποσυστήματα για να υλοποιήσει την εικονικοποίηση πόρων, όπως ξεχωριστό υποσύστημα για υπολογιστικούς πόρους, αποθηκευτικό χώρο και δικτύωση, απαιτώντας έτσι περισσότερη τεχνική εξειδίκευση για τη διαχείριση των πόρων.

Διεπαφή χρήστη: Το Proxmox παρέχει μια διεπαφή χρήστη βασισμένη που είναι πιο διαισθητική και εύκολη στη χρήση, ενώ το OpenStack έχει μια πιο περίπλοκη διεπαφή χρήστη.

Κοινό-Στόχος: Το Proxmox έχει σχεδιαστεί για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και μεμονωμένους χρήστες, ενώ το OpenStack έχει σχεδιαστεί για μεγαλύτερες επιχειρήσεις που απαιτούν πιο σύνθετες λύσεις εικονικοποίησης και υποδομής cloud.

Ανάπτυξη (deployment): Το Proxmox VE είναι μια αυτόνομη λύση που μπορεί να αναπτυχθεί σε έναν μόνο διακομιστή ή σε ένα μικρό σύμπλεγμα διακομιστών, ενώ το OpenStack απαιτεί μεγαλύτερη υποδομή και μια ομάδα διαχειριστών με πιο εξειδικευμένες γνώσεις για την ανάπτυξη και τη διαχείρισή του.

Κοινότητα: Το Proxmox έχει μια μικρότερη αλλά ενεργή κοινότητα χρηστών και προγραμματιστών, ενώ το OpenStack έχει μια μεγάλη και καλά εδραιωμένη κοινότητα με ένα τεράστιο οικοσύστημα εργαλείων και υπηρεσιών.

Συμπερασματικά, το Proxmox VE και το OpenStack είναι και οι δύο δημοφιλείς λύσεις εικονικοποίησης που παρέχουν παρόμοιες λειτουργίες αλλά διαφέρουν ως προς την προσέγγιση, το κοινό-στόχο και τις απαιτήσεις ανάπτυξης. Το Proxmox VE είναι πιο κατάλληλο για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις και μεμονωμένους χρήστες, ενώ το OpenStack έχει σχεδιαστεί για μεγαλύτερες επιχειρήσεις με πιο σύνθετες απαιτήσεις εικονικοποίησης απαιτεί μεγαλύτερη εξειδίκευση και έχει σαφώς πιο δύσκολη καμπύλη εκμάθησης από το Proxmox.

2.2.3 Σύγκριση του proxmox με το Xen Server

Αρχιτεκτονική: Το Proxmox VE βασίζεται σε Linux KVM και LXC, ενώ ο διακομιστής Xen βασίζεται στον υπερεπόπτη Xen. Και οι δύο λύσεις παρέχουν υποστήριξη για εικονικές μηχανές (VM) και κοντέινερ.

Διασύνδεση διαχείρισης: Το Proxmox VE παρέχει μια διεπαφή διαχείρισης η οποία είναι εύκολη στη χρήση και παρέχει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων και δυνατοτήτων. Ο Xen Server παρέχει επίσης μια διεπαφή διαχείρισης αλλά ενδέχεται να απαιτεί περισσότερη τεχνογνωσία για τη χρήση του και δεν διαθέτει ορισμένες από τις δυνατότητες που παρέχονται από το Proxmox VE.

Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά: Τόσο το Proxmox VE όσο και ο διακομιστής Xen παρέχουν δυνατότητες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και επαναφοράς, αλλά το Proxmox VE παρέχει πιο ολοκληρωμένες και φιλικές προς το χρήστη επιλογές. Για παράδειγμα, το Proxmox VE επιτρέπει πλήρη και σταδιακά αντίγραφα ασφαλείας, καθώς και επαναφορά ενός αρχείου και ζωντανή επαναφορά, ενώ ο διακομιστής Xen παρέχει μόνο πλήρη αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά ενός VM.

Τιμολόγηση: Το Proxmox VE είναι ανοιχτού κώδικα και δωρεάν στη χρήση, ενώ ο Xen Server προσφέρει τόσο μια δωρεάν έκδοση κοινότητας όσο και μια πληρωμένη έκδοση για επιχειρήσεις με πρόσθετες δυνατότητες και υποστήριξη.

Συμπερασματικά, το Proxmox VE και ο Xen Server είναι και οι δύο δημοφιλείς λύσεις εικονικοποίησης με παρόμοια χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Το Proxmox περιλαμβάνει εικονικοποίηση που βασίζεται σε KVM και εικονικοποίηση που βασίζεται σε κοντέινερ. Αυτό επιτρέπει στους οργανισμούς να επιλέξουν την τεχνολογία εικονικοποίησης που ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες τους και παρέχει τα υψηλότερα επίπεδα απόδοσης και αποτελεσματικότητας

Το Proxmox επίσης παρέχει μια πιο φιλική προς το χρήστη διεπαφή διαχείρισης και είναι ανοιχτού κώδικα και δωρεάν στη χρήση. Ο διακομιστής Xen παρέχει υποστήριξη για τον υπερεπόπτη Xen και προσφέρει τόσο μια δωρεάν έκδοση όσο και μια πληρωμένη έκδοση για επιχειρήσεις με πρόσθετες δυνατότητες και υποστήριξη. Βασικό μειονέκτημα αυτού του μοντέλου συνδρομής, υπάρχει η σταδιακή αλλαγή σε ορισμένες από τις δυνατότητες του ώστε να είναι διαθέσιμες αποκλειστικά μέσω συνδρομής επί πληρωμή.

Αυτή η τάση περιορισμού της πρόσβασης σε λειτουργίες μέσω ενός μοντέλου συνδρομής, κάνει τον Xen Server λιγότερο ελκυστικό για το ίδρυμα μας, το που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στις δυνατότητες που είναι πλέον διαθέσιμες μόνο μέσω πληρωμένης συνδρομής

Αυτό έχει οδηγήσει στο να εξεταστούν εναλλακτικές λύσεις εικονικοποίησης, όπως το Proxmox, το οποίο προσφέρει όλο το σύνολο των δυνατοτήτων του χωρίς την πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση.

2.2.4 Αποτελέσματα μελέτης

Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να προσδιορίσει ποια πλατφόρμα εικονικοποίησης ήταν η πιο κατάλληλη για τις ανάγκες του οργανισμού μας. Αξιολογήσαμε κάθε λύση με βάση κριτήρια όπως η ευκολία χρήσης, η απόδοση, η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας και τα διαθέσιμα χαρακτηριστικά. Μετά από εκτεταμένες δοκιμές και αναλύσεις, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το Proxmox είναι η ανώτερη επιλογή για την δικιά μας περίπτωση χρήσης. Η ευκολία χρήσης του Proxmox, το ισχυρό σύνολο χαρακτηριστικών και η σχέση κόστους-αποτελεσματικότητας το κάνουν να ξεχωρίζει από άλλες πλατφόρμες εικονικοποίησης που δοκιμάσαμε. Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιάσουμε τα ευρήματά μας και θα παρέχουμε μια λεπτομερή ανάλυση του γιατί το Proxmox επιλέχθηκε ως η προτιμώμενη λύση εικονικοποίησης.

Κόστος: Το Proxmox είναι μια λύση εικονικοποίησης που είναι εντελώς δωρεάν στη χρήση. Αυτό σημαίνει ότι οι μικρομεσαίοι οργανισμοί μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά χρημάτων χρησιμοποιώντας

το Proxmox VE αντί να πληρώνουν για συνδρομές σε άλλες λύσεις εικονικοποίησης όπως το ESXi, το OpenStack ή το Xen Server.

Υποστήριξη υλικού: Το Proxmox VE είναι χτισμένο πάνω στον πυρήνα του Linux και υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα υλικού. Αυτό σημαίνει ότι οι μικρομεσαίοι οργανισμοί μπορούν να είναι σίγουροι ότι το υλικό τους θα υποστηρίζεται για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να ανησυχούν για προβλήματα κλειδώματος από τον προμηθευτή του προϊόντος ή προβλήματα συμβατότητας που μπορεί να προκύψουν με άλλες λύσεις εικονικοποίησης. Αυτό είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντικό για οργανισμούς όπως ο δικός μας που θέλουν να εξασφαλίσουν μακροπρόθεσμη υποστήριξη υλικού και να αποφύγουν την αγορά νέου υλικού όταν η λύση εικονικοποίησης τους δεν υποστηρίζει πλέον το υπάρχον υλικό.

Ευκολία χρήσης: Το Proxmox VE παρέχει μια εύχρηστη διεπαφή που είναι διαισθητική και φιλική προς το χρήστη και παρέχει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών και δυνατοτήτων.

Υποστήριξη από την κοινότητα: Το Proxmox έχει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα χρηστών που παρέχουν υποστήριξη και αλληλοβοηθούνται σε τεχνικά ζητήματα και ερωτήσεις. Αυτό σημαίνει ότι οι μικρομεσαίοι οργανισμοί μπορούν να αξιοποιήσουν αυτήν την κοινοτική υποστήριξη για να λάβουν βοήθεια και συμβουλές, χωρίς να χρειάζεται να πληρώσουν για ακριβά συμβόλαια υποστήριξης.

Συνοψίζοντας, το Proxmox VE είναι μια εξαιρετική επιλογή για μικρούς και μεσαίους οργανισμούς που αναζητούν μια δωρεάν λύση εικονικοποίησης που παρέχει μακροπρόθεσμη υποστήριξη υλικού. Σε σύγκριση με άλλες λύσεις εικονικοποίησης όπως το ESXi, το OpenStack και το Xen Server, το Proxmox VE που ενδέχεται να εισάγουν περιορισμούς λόγω κόστους αδειών χρήσης, το Proxmox παρέχει μια ευέλικτη, χωρίς κόστος και πλούσια σε δυνατότητες λύση που μπορεί να καλύψει τις ανάγκες πολλών μικρομεσαίων οργανισμών όπως το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔιΠαΕ .

3 Σε βάθος περιγραφή των χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων του Proxmox VE

3.1 Διαχείριση αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox

Οι τόμοι δίσκου είναι λογικές οντότητες που αντιπροσωπεύουν συσκευές αποθήκευσης ή κατατμήσεις αποθηκευτικού χώρου στο Proxmox VE. Το Proxmox είναι ικανό να δημιουργεί και να διαχειρίζεται τόμους μέσω της διεπαφής χρήστη που παρέχει, είτε μέσω εργαλείων γραμμής εντολών για την εκχώρηση τόμων σε εικονικές μηχανές και σε κοντέινερς.

Η Λεπτή παροχή (Thin Provisioning) είναι μια τεχνική διαχείρισης αποθήκευσης που μας δίνει τη δυνατότητα να εκχωρήσουμε χωρητικότητα αποθήκευσης σε εικονικές μηχανές ή κοντέινερ μόνο όταν χρησιμοποιείται πραγματικά. Με το Thin Provisioning, μπορούμε να δημιουργήσουμε εικονικούς δίσκους που φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα από αυτή που καταναλώνουν πραγματικά στον υποκείμενο αποθηκευτικό χώρο. Αυτή η δυνατότητα βοηθά στην εξοικονόμηση πόρων αλλά και στη μείωση του κόστους.

LVM (Logical Volume Manager): Το Proxmox VE υποστηρίζει LVM, μια τεχνολογία διαχείρισης αποθήκευσης που επιτρέπει τη διαχείριση των τόμων αποθήκευσης (volumes) δυναμικά. Το LVM δίνει τη δυνατότητα να δημιουργούμε λογικούς τόμους από πολλούς φυσικούς δίσκους ή κατατμήσεις και καθιστά εφικτή την αλλαγή του μεγέθους τους κατα απαίτηση. Αυτή η δυνατότητα παρέχει υψηλό βαθμό ευελιξίας για την κατανομή και τη διαχείριση πόρων αποθήκευσης.

Ομάδες αποθήκευσης: Οι ομάδες αποθήκευσης μάς επιτρέπουν να οργανώνουμε πόρους αποθήκευσης σε λογικές ομάδες. Μπορούν να δημιουργηθούν ομάδες αποθήκευσης με βάση κοινά χαρακτηριστικά, όπως τον τύπο ή την τοποθεσία αποθήκευσης. Αυτή η δυνατότητα απλοποιεί τη διαχείριση αποθήκευσης παρέχοντας μια ενοποιημένη προβολή όλων των πόρων αποθήκευσης σε μια ομάδα. Είναι επίσης εφικτό να εκχωρηθούν πόροι αποθήκευσης σε εικονικές μηχανές και κοντέινερ με βάση την ομάδα αποθήκευσης στην οποία ανήκουν.

Το Thin Provisioning LVM είναι μια τεχνική που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εικονικούς δίσκους που έχουν Thin Provisioning. Αυτό σημαίνει ότι ο εικονικός δίσκος δημιουργείται με μικρή ποσότητα φυσικού αποθηκευτικού χώρου και επιπλέον αποθηκευτικός χώρος εκχωρείται στον εικονικό δίσκο κατα απαίτηση. Το LVM thin backend στο Proxmox VE επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εικονικούς δίσκους που είναι λεπτώς τοποθετημένοι πάνω από λογικούς τόμους LVM.

Το λεπτό backend LVM παρέχει πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με το παραδοσιακό LVM. Πρώτον, το Thin Provisioning LVM επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εικονικούς δίσκους που είναι πολύ μεγαλύτεροι από τον διαθέσιμο φυσικό χώρο αποθήκευσης, καθώς ο χώρος αποθήκευσης εκχωρείται μόνο όπως απαιτείται.

Δεύτερον, το Thin Provisioning LVM επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση αποθηκευτικού χώρου, καθώς ο αχρησιμοποίητος χώρος δεν εκχωρείται μέχρι να χρειαστεί. Τέλος, το LVM thin provisioning παρέχει καλύτερη απόδοση για εικονικούς δίσκους που συχνά επεκτείνονται ή συστέλλονται, καθώς υπάρχει μικρότερο επιπλέον διαχειριστικό κόστος στη διαχείριση του αποθηκευτικού χώρου.

3.2 Αναπαραγωγή αποθήκευσης

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του Proxmox είναι η αναπαραγωγή αποθήκευσης, η οποία χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή δεδομένων σε διαφορετικές αποθηκευτικές συσκευές για τη διασφάλιση του πλεονασμού των δεδομένων και τη βελτίωση της διαθεσιμότητας του συστήματος.

Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική σε ένα εικονικοποιημένο περιβάλλον, καθώς διασφαλίζει ότι τα δεδομένα των εικονικών μηχανών είναι πάντα διαθέσιμα, ακόμη και αν μια από τις συσκευές αποθήκευσης παρουσιάσει σφάλμα. Παρακάτω θα περιγραφούν οι δύο τύποι αναπαραγωγής αποθηκευτικού χώρου που παρουσιάζει το Proxmox.

Σύγχρονη αναπαραγωγή: Στη σύγχρονη αναπαραγωγή, τα δεδομένα εγγράφονται στην κύρια συσκευή αποθήκευσης και στη συνέχεια αντιγράφονται αμέσως σε μια δευτερεύουσα συσκευή αποθήκευσης. Αυτό διασφαλίζει ότι και οι δύο συσκευές αποθήκευσης έχουν τα ίδια δεδομένα ανά πάσα στιγμή. Ωστόσο, επειδή τα δεδομένα αναπαράγονται συγχρονισμένα, οποιαδήποτε καθυστέρηση στην αναπαραγωγή μπορεί να επηρεάσει την απόδοση.

Ασύγχρονη αναπαραγωγή: Στην ασύγχρονη αναπαραγωγή, τα δεδομένα εγγράφονται πρώτα στην κύρια συσκευή αποθήκευσης και σε δεύτερο χρόνο αντιγράφονται στη δευτερεύουσα συσκευή αποθήκευσης. Αυτή η προσέγγιση μειώνει το αρνητικό αντίκτυπο στην απόδοση, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε κάποια απώλεια δεδομένων εάν η κύρια συσκευή αποθήκευσης αποτύχει πριν τα δεδομένα αντιγραφούν στη δευτερεύουσα συσκευή αποθήκευσης.

Το Proxmox VE υποστηρίζει πολλές τεχνολογίες αναπαραγωγής αποθήκευσης, συμπεριλαμβανομένων των ZFS, Ceph και GlusterFS. Το ZFS είναι ένα σύστημα αρχείων ανοιχτού κώδικα και διαχείριση τόμου που παρέχει προστασία δεδομένων, συμπίεση και στιγμιότυπα. Τα Ceph και GlusterFS είναι καταναμημένα συστήματα αρχείων που προσφέρουν επεκτασιμότητα (scalability) και ανοχή σε σφάλματα.

3.3 Τείχος προστασίας του Proxmox

Το Proxmox παρέχει μια ισχυρή και εύχρηστη δυνατότητα τείχους προστασίας για την ασφάλεια των εικονικών μηχανών και των κοντέινερ. Το τείχος προστασίας στο Proxmox βασίζεται στον Unix μηχανισμό iptables για να φιλτράρει την κυκλοφορία πακέτων και να εφαρμόζει κανόνες.

Οι κανόνες του τείχους προστασίας είναι το κεντρικό χαρακτηριστικό του τείχους προστασίας. Οι κανόνες καθορίζουν ποια κίνηση πακέτων επιτρέπεται ή δεν επιτρέπεται μεταξύ διαφορετικών διεπαφών δικτύου. Οι κανόνες είναι οργανωμένοι σε αλυσίδες που καθορίζουν τη σειρά με την οποία εφαρμόζονται οι κανόνες. Υπάρχουν τρεις κύριες αλυσίδες στο τείχος προστασίας Proxmox οι οποίες ελέγχουν την εισερχόμενη, εξερχόμενη και προωθούμενη κίνηση αντίστοιχα.

Κάθε αλυσίδα περιέχει μια λίστα κανόνων που ταιριάζουν με συγκεκριμένα κριτήρια, όπως η διεύθυνση IP προέλευσης, η διεύθυνση IP προορισμού, το πρωτόκολλο και ο αριθμός θύρας. Οι κανόνες του τείχους προστασίας μπορούν να δημιουργηθούν και να διαχειρίζονται μέσω της διεπαφής web του Proxmox ή μέσω της γραμμής εντολών.

Το τείχος προστασίας παρέχει επίσης και των ορισμό κανόνων ασφαλείας οι οποίοι είναι ένας ειδικός τύπος κανόνα τείχους προστασίας που έχει σχεδιαστεί για να βελτιώνει την ασφάλεια ενός Proxmox κόμβου. Οι κανόνες ασφαλείας εφαρμόζονται πριν από τους κανονικούς κανόνες του τείχους προστασίας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον αποκλεισμό κοινών κακόβουλων επιθέσεων. Μερικά παραδείγματα κανόνων ασφαλείας που μπορούν να εφαρμοστούν στο Proxmox VE περιλαμβάνουν τον αποκλεισμό κυκλοφορίας

από γνωστές κακόβουλες διευθύνσεις IP και τον περιορισμό του αριθμού των συνδέσεων από μία μόνο διεύθυνση IP.

Τα σύνολα IP είναι ένας τρόπος ομαδοποίησης διευθύνσεων IP ή περιοχών διευθύνσεων IP μαζί σε ένα ενιαίο αντικείμενο. Τα σύνολα IP μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κανόνες τείχους προστασίας για να απλοποιήσουν τη διαχείριση κανόνων και να βελτιώσουν την απόδοση. Αντί της δημιουργίας μεμονωμένων κανόνων για κάθε διεύθυνση IP ή εύρος, μπορεί να δημιουργηθεί ένας κανόνας που ταιριάζει με το σύνολο IP.

Ένα παρόμοιο χαρακτηριστικό με τα σύνολα IP, είναι τα ψευδώνυμα IP διευθύνσεων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ομαδοποίηση άλλων τύπων αντικειμένων δικτύου, όπως ονόματα DNS ή διευθύνσεις MAC. Τα ψευδώνυμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κανόνες τείχους προστασίας για να απλοποιήσουν τη διαχείριση κανόνων και να βελτιώσουν την απόδοση, όπως ακριβώς κάνουν και τα σύνολα IP.

3.4 Υψηλή διαθεσιμότητα

Η υψηλή διαθεσιμότητα στο Proxmox είναι μια δυνατότητα που παρέχει την αυτόματη αποκατάσταση και εξισορρόπηση φορτίου για εικονικές μηχανές και κοντέινερ. Επιτρέπει να δημιουργηθεί μία συστάδα κόμβων Proxmox που συνεργάζονται για να διασφαλίσουν ότι οι εφαρμογές που φιλοξενούνται από την συστάδα είναι πάντα διαθέσιμες και λειτουργούν ομαλά.

Το Proxmox χρησιμοποιεί ένα σύνολο καταστάσεων υπηρεσίας για τον καθορισμό της τρέχουσας κατάστασης μιας εικονικής μηχανής ή ενός κοντέινερ. Υπάρχουν τέσσερις καταστάσεις εξυπηρέτησης στο Proxmox.

Ξεκίνησε: Η εικονική μηχανή ή το κοντέινερ εκτελείται σε έναν κόμβο στο σύμπλεγμα.

Σταματήθηκε: Η εικονική μηχανή ή το κοντέινερ έχει σταματήσει σε όλους τους κόμβους του συμπλέγματος.

Απέτυχε: Η εικονική μηχανή ή το κοντέινερ απέτυχε σε έναν ή περισσότερους κόμβους στο σύμπλεγμα.

Άγνωστο: Η κατάσταση της εικονικής μηχανής ή του κοντέινερ δεν είναι γνωστή.

Local Resource Manager:

Το Proxmox χρησιμοποιεί μια υπηρεσία που είναι υπεύθυνη για την παρακολούθηση και τη διαχείριση τοπικών πόρων σε κάθε κόμβο του συμπλέγματος. Αυτοί οι πόροι μπορούν να περιλαμβάνουν εικονικές μηχανές, κοντέινερ και συσκευές αποθήκευσης.

Cluster Resource Manager:

Ο Διαχειριστής πόρων συμπλέγματος (CRM) είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των πόρων στο σύμπλεγμα ως σύνολο. Το CRM παρακολουθεί την κατάσταση των πόρων και διασφαλίζει ότι κατανέμονται ομοιόμορφα στους κόμβους του συμπλέγματος. Συντονίζει επίσης τη διαδικασία ανακατεύθυνσης όταν μια εικονική μηχανή ή ένα κοντέινερ αποτύχει.

Περίφραξη:

Η περίφραξη είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό της υψηλής διαθεσιμότητας του Proxmox που διασφαλίζει την ακεραιότητα των δεδομένων και αποφεύγει καταστάσεις διχασμού μεταξύ κόμβων. Η περίφραξη χρησιμοποιείται για την απομόνωση ενός κόμβου που δεν ανταποκρίνεται ή έχει αποτύχει, από την συστάδα

Κεφάλαιο 3

κόμβων. Αυτό εμποδίζει τον κόμβο να αποκτήσει πρόσβαση σε κοινόχρηστο χώρο αποθήκευσης ή να ξεκινήσει εικονικές μηχανές ή κοντέινερ. Η περίφραξη μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας ποικιλίας μεθόδων, όπως η ανακύκλωση ισχύος επιτρέποντας τον απομακρυσμένο έλεγχο παροχής ρεύματος στον κόμβο, η απομόνωση του κόμβου από το δίκτυο ή η κράτηση SCSI η οποία διασφαλίζει ότι μόνο ένας υπολογιστής κάθε φορά έχει αποκλειστική πρόσβαση σε ένα συγκεκριμένο τομέα του δίσκου.

Πολιτική αποτυχίας έναρξης:

Η Πολιτική αποτυχίας έναρξης είναι μια δυνατότητα που καθορίζει τον τρόπο χειρισμού των εικονικών μηχανών και των κοντέινερ σε περίπτωση αποτυχίας της εκκίνησης τους. Μια αποτυχία εκκίνησης παρουσιάζεται όταν μια εικονική μηχανή ή κοντέινερ αποτυγχάνει να ξεκινήσει σε έναν κόμβο λόγω προβλημάτων υλικού ή λογισμικού. Η πολιτική αποτυχίας έναρξης καθορίζει ποια ενέργεια πρέπει να πραγματοποιείται όταν παρουσιάζεται αποτυχία εκκίνησης, όπως η μετεγκατάσταση της εικονικής μηχανής ή του κοντέινερ σε άλλο κόμβο ή η επανεκκίνηση του κόμβου.

Υπάρχουν τέσσερις επιλογές για την πολιτική αποτυχίας έναρξης στο Proxmox VE:

Μετεγκατάσταση: Αυτή η επιλογή μεταφέρει την εικονική μηχανή ή το κοντέινερ σε έναν άλλο κόμβο στο σύμπλεγμα.

Επανεκκίνηση: Αυτή η επιλογή κάνει επανεκκίνηση της εικονικής μηχανής ή του κοντέινερ στον ίδιο κόμβο.

Τερματισμός: Αυτή η επιλογή τερματίζει τη λειτουργία της εικονικής μηχανής ή του κοντέινερ στον ίδιο κόμβο.

Αγνόηση: Αυτή η επιλογή δεν κάνει καμία ενέργεια και αφήνει την εικονική μηχανή ή το κοντέινερ στην τρέχουσα κατάστασή του.

Προγραμματισμός πόρων της συστάδας:

Ο Προγραμματισμός πόρων συμπλέγματος είναι μια δυνατότητα που επιτρέπει στους διαχειριστές να εκχωρούν προτεραιότητες για σε πρόσβαση σε πόρους από τις εικονικές μηχανές σε ένα σύμπλεγμα Proxmox VE. Αυτή η δυνατότητα διασφαλίζει ότι δίνεται προτεραιότητα στις πιο κρίσιμες εικονικές μηχανές και κοντέινερ σε περίπτωση διαμάχης για την πρόσβαση σε πόρους.

Ο Προγραμματισμός πόρων συμπλέγματος λειτουργεί εκχωρώντας μια τιμή προτεραιότητας σε κάθε εικονική μηχανή ή κοντέινερ. Η τιμή προτεραιότητας κυμαίνεται από 0 έως 100, με τις υψηλότερες τιμές να υποδηλώνουν υψηλότερη προτεραιότητα. Ο προγραμματιστής (scheduler) συμπλέγματος Proxmox VE χρησιμοποιεί αυτές τις τιμές προτεραιότητας για να προσδιορίσει ποια εικονική μηχανή ή κοντέινερ θα πρέπει να μετεγκατασταθεί ή να επανεκκινηθεί σε περίπτωση αποτυχίας κόμβου ή διαμάχης πόρων.

Ο Προγραμματισμός πόρων συμπλέγματος επιτρέπει στους διαχειριστές να διασφαλίζουν ότι οι κρίσιμες εικονικές μηχανές και τα κοντέινερ έχουν πάντα προτεραιότητα και είναι σε θέση να λειτουργούν με τους απαραίτητους πόρους, ακόμη και σε περιόδους υψηλής ζήτησης και φόρτου. Επιτρέπει επίσης στους διαχειριστές του Proxmox να εξισορροπούν τη χρήση πόρων του συμπλέγματος εκχωρώντας τιμές χαμηλότερης προτεραιότητας σε λιγότερο κρίσιμες εικονικές μηχανές.

3.5 Διαχείριση Χρηστών στο Proxmox

Το Proxmox επιτρέπει στους διαχειριστές να ενσωματώνουν διαφορετικές μεθόδους ελέγχου ταυτότητας χρησιμοποιώντας τη δυνατότητα "χώρων ελέγχου ταυτότητας"(Authentication Realms). Αυτή η δυνατότητα

επιτρέπει στους διαχειριστές να αυθεντικοποιούν χρήστες με βάση διάφορες υπηρεσίες όπως LDAP, Active Directory ή PAM, πράγμα που σημαίνει ότι οι χρήστες μπορούν να συνδεθούν στο Proxmox χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα διαπιστευτήριά τους χωρίς να χρειάζεται να δημιουργήσουν νέο λογαριασμό χρήστη.

Το χαρακτηριστικό Authentication Realms επιτρέπει επίσης στους διαχειριστές να δημιουργούν προσαρμοσμένες μεθόδους ελέγχου ταυτότητας που χρησιμοποιούν εξωτερικά προγράμματα ή APIs. Διαμορφώνοντας τους χώρους ελέγχου ταυτότητας, οι διαχειριστές μπορούν να ελέγχουν την πρόσβαση στους πόρους του Proxmox με βάση την ταυτότητα του χρήστη και τις πολιτικές ασφαλείας του οργανισμού.

Το Proxmox προσφέρει επίσης ομάδες πόρων (Resource Pools) ως έναν τρόπο ομαδοποίησης και κατανομής πόρων όπως CPU, RAM και αποθηκευτικού χώρου μεταξύ εικονικών μηχανών και κοντέινερ. Τα Resource Pools επιτρέπουν στους διαχειριστές να κατανέμουν πόρους με βάση τις ανάγκες διαφορετικών τμημάτων ή εφαρμογών, διασφαλίζοντας ότι κάθε ομάδα πόρων λαμβάνει την απαιτούμενη ποσότητα πόρων και αποτρέποντας τη διαμάχη για πρόσβαση σε πόρους.

Τα Resource Pools επιτρέπουν επίσης στους διαχειριστές να επιβάλλουν ποσοστά(quotas) πόρων για κάθε ομάδα, διασφαλίζοντας ότι κάθε τμήμα ή εφαρμογή λαμβάνει ένα δίκαιο μερίδιο των πόρων. Χρησιμοποιώντας τα Resource Pools, οι διαχειριστές μπορούν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση των πόρων, να βελτιώσουν την απόδοση και να απλοποιήσουν την κατανομή και τη διαχείριση των υπολογιστικών πόρων.

Το Proxmox παρέχει ολοκληρωμένη διαχείριση δικαιωμάτων για να επιτρέπει στους διαχειριστές να ελέγχουν την πρόσβαση στους πόρους του Proxmox με βάση τους ρόλους, τις ομάδες και τα δικαιώματα χρηστών. Οι διαχειριστές μπορούν να δημιουργήσουν προσαρμοσμένους ρόλους και να εκχωρήσουν διαφορετικά δικαιώματα σε κάθε ρόλο με βάση τις ευθύνες και τις ανάγκες του χρήστη.

Η Διαχείριση δικαιωμάτων επιτρέπει στους διαχειριστές να ελέγχουν την πρόσβαση σε διάφορους υπολογιστικούς πόρους Proxmox, και να διασφαλίζουν ότι οι χρήστες έχουν τα απαιτούμενα δικαιώματα για την εκτέλεση των εργασιών τους. Επιπλέον, οι διαχειριστές μπορούν να ορίσουν δικαιώματα ανά αντικείμενο, επιτρέποντάς έτσι το να περιορίσουν την πρόσβαση σε συγκεκριμένους πόρους ή αντικείμενα με βάση την ταυτότητα ή το ρόλο ενός χρήστη.

3.6 Αντίγραφα ασφαλείας και επαναφορά

Το Proxmox παρέχει δύο λειτουργίες για δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας: Πλήρης και Αύξουσα. Τα πλήρη αντίγραφα ασφαλείας καταγράφουν ολόκληρη την εικονική μηχανή ή το κοντέινερ, ενώ τα αυξητικά αντίγραφα ασφαλείας καταγράφουν μόνο αλλαγές από το τελευταίο αντίγραφο ασφαλείας. Τα σταδιακά αντίγραφα ασφαλείας απαιτούν λιγότερο χώρο αποθήκευσης και λιγότερο χρόνο για να ολοκληρωθούν, γεγονός που τα καθιστά ιδανική επιλογή για συχνή δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας.

Κρυπτογράφηση αντιγράφων ασφαλείας: Το Proxmox υποστηρίζει κρυπτογράφηση αντιγράφων ασφαλείας, η οποία επιτρέπει στους διαχειριστές να κρυπτογραφούν αντίγραφα ασφαλείας για την προστασία ευαίσθητων δεδομένων. Οι διαχειριστές μπορούν να επιλέξουν να κρυπτογραφήσουν αντίγραφα ασφαλείας χρησιμοποιώντας κρυπτογράφηση AES-128 ή AES-256.

Εργασίες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας: Το Proxmox επιτρέπει στους διαχειριστές να δημιουργούν εργασίες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας που καθορίζουν τη συχνότητα, τη θέση αποθήκευσης στόχου και τη λειτουργία δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας. Οι εργασίες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να εκτελούνται αυτόματα σε καθορισμένα χρονικά διαστήματα ή να ενεργοποιούνται χειροκίνητα.

Κεφάλαιο 3

Το Proxmox παρέχει επίσης προστασία αντιγράφων ασφαλείας για την αποφυγή τυχαίας διαγραφής ή τροποποίησης αντιγράφων ασφαλείας. Οι διαχειριστές μπορούν να ενεργοποιήσουν την προστασία αντιγράφων ασφαλείας για συγκεκριμένα αντίγραφα ασφαλείας, η οποία εμποδίζει τη διαγραφή ή την αντικατάστασή τους χωρίς κωδικό πρόσβασης.

Το Proxmox παρέχει πολλαπλές επιλογές επαναφοράς, συμπεριλαμβανομένης της Live-restore και της επαναφοράς ενός αρχείου. Η ζωντανή επαναφορά επιτρέπει στους διαχειριστές να επαναφέρουν μια εικονική μηχανή ή κοντέινερ ενώ είναι ακόμα σε λειτουργία. Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιβάλλοντα παραγωγής όπου ο χρόνος διακοπής λειτουργίας πρέπει να ελαχιστοποιηθεί. Η ζωντανή επαναφορά μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από πλήρη είτε από σταδιακά αντίγραφα ασφαλείας.

Η επαναφορά ενός αρχείου από την άλλη πλευρά επιτρέπει στους διαχειριστές να επαναφέρουν ένα μόνο αρχείο από ένα αντίγραφο ασφαλείας. Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν χρειάζεται να αποκατασταθεί μόνο ένας μικρός αριθμός αρχείων και όχι ολόκληρη η εικονική μηχανή ή κοντέινερ.

4 Εγκατάσταση, Παραμετροποίηση και Διαχείριση του Proxmox

4.1 Εγκατάσταση του Proxmox

4.1.1 Ελάχιστες απαιτήσεις συστήματος

Αυτή η ενότητα περιγράφει τις ελάχιστες αλλά και τις προτεινόμενες απαιτήσεις συστήματος που είναι απαραίτητες για την εγκατάσταση του Proxmox.

Ελάχιστες απαιτήσεις συστήματος:

Επεξεργαστής 64 bit με ταχύτητα ρολογιού τουλάχιστον 1 GHz.

Τουλάχιστον 2 GB μνήμης RAM.

32 GB ελεύθερου χώρου στο δίσκο για την εγκατάσταση.

Μια κάρτα διασύνδεσης δικτύου (NIC) που να υποστηρίζεται από τον πυρήνα του Linux.

Μια συμβατή τεχνολογία εικονικοποίησης που είναι ενεργοποιημένη στη διαμόρφωση της CPU, όπως Intel VT-x ή AMD-V.

Προτεινόμενες απαιτήσεις συστήματος:

Ένας επεξεργαστής πολλαπλών πυρήνων 64 bit με ταχύτητα ρολογιού τουλάχιστον 2 GHz.

8 GB μνήμης RAM ή περισσότερο.

Τουλάχιστον 128 GB ελεύθερου χώρου στο δίσκο για την αποθήκευση εικονικών μηχανών και κοντέινερ.

Μια κάρτα διασύνδεσης δικτύου (NIC) που υποστηρίζει Gigabit Ethernet.

Ένας συμβατός ελεγκτής RAID για πλεονασμό δεδομένων και απόδοση.

Ένα UPS (σύστημα αδιάκοπης παροχής ρεύματος) για προστασία από διακοπές ρεύματος.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι απαιτήσεις ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με τον φόρτο εργασίας και τον αριθμό των εικονικών μηχανών και των κοντέινερ που θα φιλοξενήσουμε στην εγκατάσταση του κόμβου Proxmox.

4.1.2 Οδηγίες εγκατάστασης σε γυμνό υπολογιστή

Επισκεπτόμαστε τη σελίδα λήψης του Proxmox (<https://www.proxmox.com/en/downloads>) και κατεβάζουμε την πιο πρόσφατη εικόνα ISO του Proxmox VE.

Τοποθετούμε μια μονάδα USB, τουλάχιστον 4 GB σε μέγεθος, στον υπολογιστή.

Κάνουμε λήψη και εγκατάσταση ενός εργαλείου για τη δημιουργία μιας μονάδας USB με δυνατότητα εκκίνησης, όπως το Rufus (<https://rufus.ie/>) και γράψετε την εικόνα ISO του Proxmox στη μονάδα USB.

Εκκινούμε το γυμνό μεταλλικό σας σύστημα από τη μονάδα USB.

Αποκτούμε πρόσβαση στις ρυθμίσεις BIOS του συστήματος πατώντας το κατάλληλο πλήκτρο κατά την εκκίνηση, συνήθως ένα από τα ακόλουθα: F2, F10, Del, Esc.

Κεφάλαιο 4

Στις ρυθμίσεις του BIOS, επιλέγουμε απο την σειρά εκκίνησης την μονάδα USB, ώστε να δοθεί προτεραιότητα στην μονάδα USB κατά την εκκίνηση.

Αποθηκεύουμε τις αλλαγές, βγαίνουμε από τις ρυθμίσεις του BIOS και ο υπολογιστής θα εκκινήσει την εικόνα ISO του Proxmox που βρίσκεται αποθηκευμένη στην μονάδα USB.



Σχήμα 1: Αρχικό Prompt Οδηγού Εγκατάστασης του Proxmox

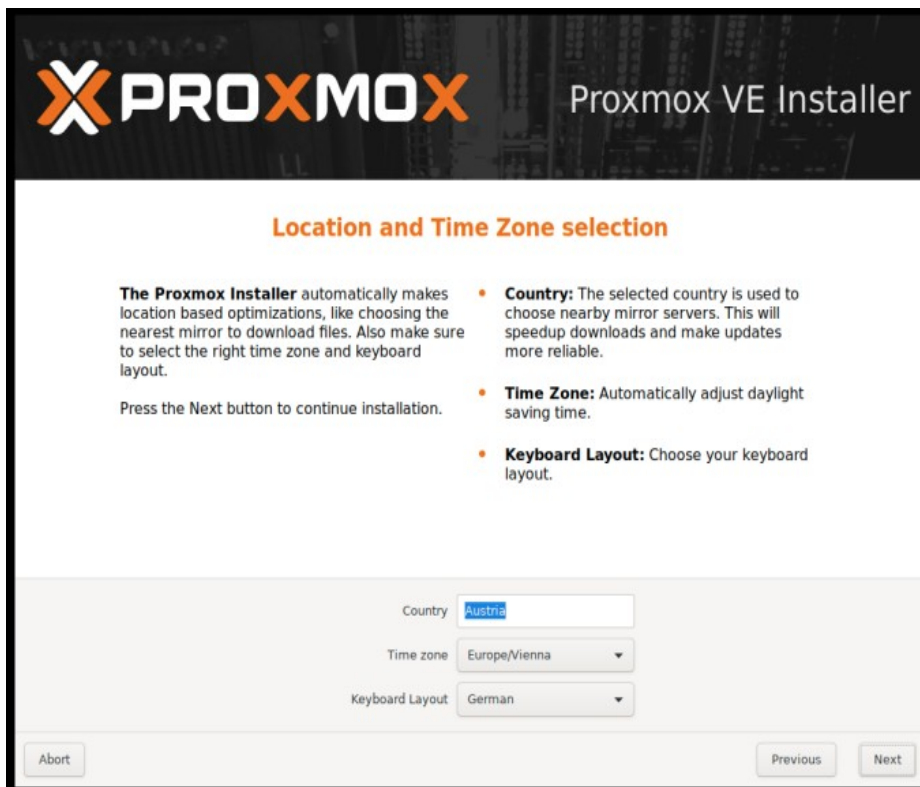
Σε αυτό το σημείο, το πρόγραμμα εγκατάστασης του Proxmox VE θα να ξεκινήσει αυτόματα. Εάν δεν το κάνει, ίσως χρειαστεί να πατήσουμε ένα πλήκτρο για εκκίνηση από τη μονάδα USB. Επιλέγουμε την επιλογή "Install Proxmox VE" από το μενού εκκίνησης για να ξεκινήσει η διαδικασία εγκατάστασης.

Επιλέγουμε τον σκληρό δίσκο στον οποίο θέλουμε να εγκαταστήσουμε το Proxmox VE. Υπάρχει η δυνατότητα να επιλέξουμε ολόκληρο τον δίσκο ή να δημιουργήσουμε προσαρμοσμένα διαμερίσματα δίσκων.



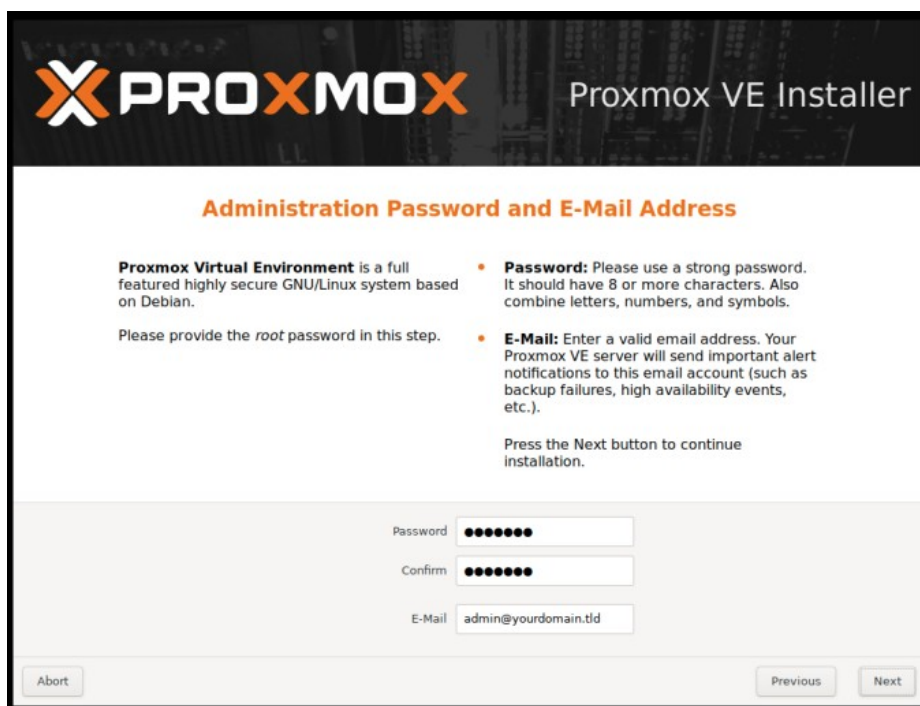
Σχήμα 2: Επιλογή δίσκου για εγκατάσταση

Επιλέγουμε τη γλώσσα, χώρα και ζώνη ώρας.



Σχήμα 3: Επιλογή Χώρας, Γλώσσας και Ζώνης Ώρας

Ορίζουμε έναν ισχυρό κωδικό πρόσβασης για τον ριζικό χρήστη (root) για το σύστημα.



Σχήμα 4: Καθορισμός κωδικού πρόσβασης

Στο τελευταίο βήμα θα διαμορφώσουμε τις ρυθμίσεις δικτύου για το σύστημά. Αυτό περιλαμβάνει τον ορισμό πλήρους DNS ονόματος (FQDN), η διαμόρφωση διεπαφών δικτύου, ορισμό προεπιλεγμένης πύλης (default gateway) και ορισμό διακομιστή DNS.

PROXMOX Proxmox VE Installer

Management Network Configuration

Please verify the displayed network configuration. You will need a valid network configuration to access the management interface after installation.

Afterwards press the Next button. You will be shown a list of the options that you chose during the previous steps.

- **IP address:** Set the IP address for your server.
- **Netmask:** Set the netmask of your network.
- **Gateway:** IP address of your gateway or firewall.
- **DNS Server:** IP address of your DNS server.

Management Interface:

Hostname (FQDN):

IP Address:

Netmask:

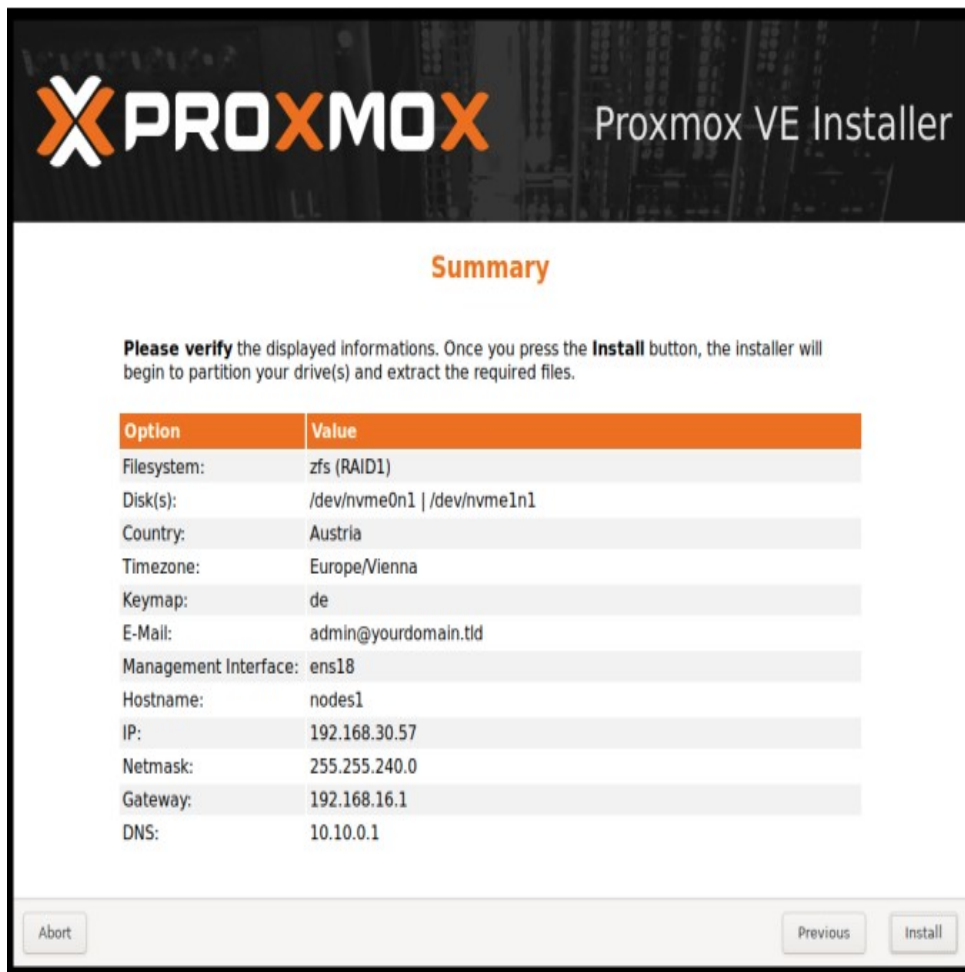
Gateway:

DNS Server:

Σχήμα 5: Διαμόρφωση ρυθμίσεων δικτύου

Στην επόμενη φάση θα εμφανιστεί μια σύντομη λίστα των επιλογών που επιλέχθηκαν στα προηγούμενα βήματα. Εάν χρειάζεται να κάνουμε αλλαγές, πατάμε το κουμπί "Previous". Εάν όλες οι επιλογές είναι σωστές, κάνουμε κλικ στο κουμπί "Εγκατάσταση" για να προχωρήσουμε. Θα ξεκινήσει η διαδικασία εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει την μορφοποίηση δίσκων και τη μεταφορά των απαραίτητων πακέτων και αρχείων στον καθορισμένο δίσκο. Περιμένετε μέχρι να ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία και στη συνέχεια, αφαιρέστε την μονάδα USB και επανεκκινήστε το σύστημα.

Μετά την επανεκκίνηση του συστήματος, μπορείτε να συνδεθείτε στο σύστημα με τον root χρηστή από την γραμμή εντολών χρησιμοποιώντας τον κωδικό που διαλέξατε κατά την εγκατάσταση. Περαιτέρω ρυθμίσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν χρησιμοποιώντας τη γραφική διεπαφή του Proxmox και κάνοντας είσοδο με τον χρήστη root. Για πρόσβαση σε αυτήν, ανοίξτε ένα πρόγραμμα περιήγησης και πλοηγηθείτε στη διεύθυνση IP που παρείχατε κατά την εγκατάσταση και χρησιμοποιώντας την πόρτα 8006, όπως "<http://192.168.1.8:8006>".



Σχήμα 6: Περίληψη ρυθμίσεων που επιλέχθηκαν για εγκατάσταση

4.2 Παραμετροποίηση και Διαχείριση του Proxmox

Η παραμετροποίηση και η διαχείριση μιας συστάδας Proxmox είναι κρίσιμα στοιχεία για την αποτελεσματική λειτουργία των εικονικών υποδομών ενός οργανισμού.

Ωστόσο, η δημιουργία και η διαχείριση ενός συμπλέγματος Proxmox απαιτεί εκτενή γνώση των σχετικών ρυθμίσεων και δραστηριοτήτων διαχείρισης.

Αυτό το κεφάλαιο στοχεύει να παρέχει μια εις βάθος περιγραφή όλων των απαραίτητων δραστηριοτήτων που εμπλέκονται στη διαχείριση και τη διατήρηση ενός συμπλέγματος Proxmox.

Αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία και τη διαχείριση εικονικών μηχανών και κοντέινερ, τη διαμόρφωση κοινόχρηστου χώρου αποθήκευσης για τις εικονικές μηχανές, τη ρύθμιση μέτρων υψηλής διαθεσιμότητας και ασφαλείας, διαδικασίες δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και ανάκτησης και πολλά άλλα.

Το κεφάλαιο θα αναλύσει επίσης τις διάφορες εργασίες διαχείρισης που εμπλέκονται στην καθημερινή διαχείριση του cluster και θα καλύψει τις δραστηριότητες συντήρησης που απαιτούνται για να διατηρείται το cluster ενημερωμένο και να διασφαλιστεί η βέλτιστη απόδοσή του.

Με το πέρας αυτού του κεφαλαίου, ένας πιθανός διαχειριστής των υποδομών για το τμήμα μας θα έχει μια συνολική κατανόηση του τρόπου ρύθμισης και διαχείρισης μιας συστάδας Proxmox για το περιβάλλον παραγωγής.

4.2.1 Ρύθμιση μη συνδρομητικού αποθετηρίου για πακέτα του Linux

Από προεπιλογή, το Proxmox VE εγκαθίσταται με ενεργοποιημένο το αποθετήριο συνδρομής Proxmox, το οποίο απαιτεί επι πληρωμή συνδρομή. Ωστόσο, υπάρχει διαθέσιμο και το αποθετήριο χωρίς συνδρομή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μη εμπορική και προσωπική χρήση.

Για να ρυθμιστεί το μη συνδρομητικό αποθετήριο χρειάζονται να γίνουν οι εξής ενέργειες:

Μέσα απο ένα τερματικό, επεξεργαζόμαστε το αρχείο ρυθμίσεων του αποθετηρίου Proxmox:

```
vim /etc/apt/sources.list.d/pve-enterprise.list
```

Μετατρέπουμε σε σχόλιο τη γραμμή του συνδρομητικού αποθετηρίου ως εξής:

```
# deb https://enterprise.proxmox.com/debian/pve buster pve-enterprise
```

Προσθέτουμε τη γραμμή μη συνδρομητικού αποθετηρίου:

```
deb http://download.proxmox.com/debian/pve buster pve-no-subscription
```

Εκτελούμε την ακόλουθη εντολή για να ενημερώσουμε το αποθετήριο:

```
apt-get update
```

Πληκτρολογούμε την ακόλουθη εντολή για να επαληθεύσουμε ότι το αποθετήριο No-Subscription είναι πλέον ενεργοποιημένο:

```
apt-cache proxmox-ve
```

4.2.2 Διαχείριση ψηφιακών πιστοποιητικών

Η συστάδα Proxmox δημιουργεί αυτόματα τη δική της (αυτουπογεγραμμένη) αρχή έκδοσης ψηφιακών πιστοποιητικών και παράγει ένα πιστοποιητικό για κάθε κόμβο που είναι μέρος της συστάδας. Αυτά τα πιστοποιητικά χρησιμοποιούνται για την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των κόμβων εντός της συστάδας.

Η υπηρεσία rnerproxy, η οποία λειτουργεί σε κάθε κόμβο, είναι υπεύθυνη για να παρέχει το REST API και την γραφική διεπαφή του κόμβου. Υπάρχουν τρεις επιλογές για το πιστοποιητικό που θα χρησιμοποιηθεί από το rnerproxy.

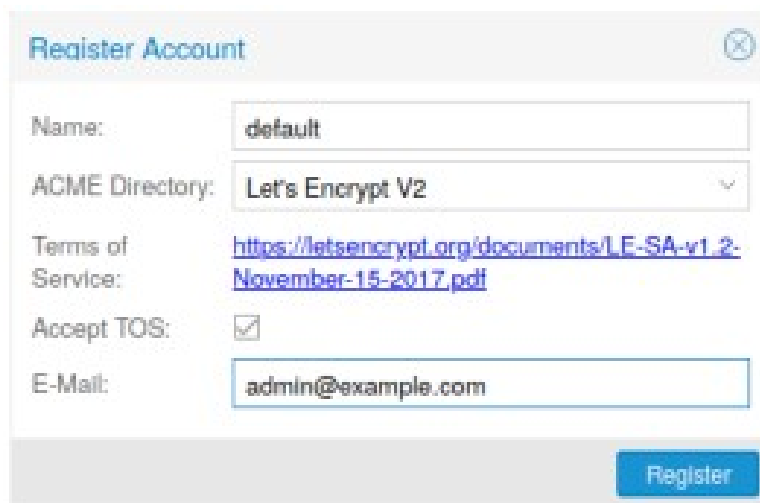
Η προεπιλεγμένη επιλογή είναι το πιστοποιητικό για συγκεκριμένο κόμβο που βρίσκεται στο [/etc/pve/nodes/<NODE_NAME>/pve-ssl.pem](#). Αυτό το πιστοποιητικό επαληθεύεται από την αρχή πιστοποιητικών του συμπλέγματος και, ως εκ τούτου, δεν θα θεωρείται αξιόπιστο από λειτουργικά συστήματα και προγράμματα περιήγησης, εφόσον απο προεπιλογή δεν θα περιέχουν την αρχή έκδοσης πιστοποιητικών του κόμβου στην λίστα των οντοτήτων που εμπιστεύονται και απο τις οποίες θα αποδέχονται ψηφιακά πιστοποιητικά υπογεγραμμένα από αυτές.

Υπάρχει επίσης η επιλογή να χρησιμοποιηθεί ένα πιστοποιητικό που έχει αποκτηθεί εξωτερικά, όπως ένα που έχει επικυρωθεί από μια εμπορική Αρχή Έκδοσης Ψηφιακών Πιστοποιητικών, όπως για παράδειγμα την Let's Encrypt, η οποία παρέχει έναν μηχανισμό υπογραφής και απόκτησης ψηφιακών πιστοποιητικών υπογεγραμμένων απο την ίδια, τον μηχανισμό ACME (Automatic Certificate Management Environment).

Κεφάλαιο 4

Το Proxmox VE συνοδεύεται από μια εφαρμογή-πελάτη του πρωτοκόλλου ACME, το οποίο επιτρέπει στους διαχειριστές να χρησιμοποιούν έναν πάροχο που υλοποιεί το ACME πρωτόκολλο όπως το Let's Encrypt για εύκολη ρύθμιση πιστοποιητικών TLS.

Για την χρήση ενός τελικού σημείου(endpoint) του ACME, πρέπει πρώτα να δημιουργηθεί ένας λογαριασμός ACME ανά συστάδα κόμβων Proxmox. Η διεύθυνση email που θα χρησιμοποιηθεί κατά την εγγραφή του λογαριασμού θα χρησιμοποιηθεί για να λαμβάνονται ειδοποιήσεις σχετικές με ανανέωση πιστοποιητικών από το τελικό σημείο ACME. Το Proxmox δίνει την δυνατότητα εγγραφής να εγγραφής και απενεργοποίησης λογαριασμών ACME είτε μέσω της γραφικής διεπαφής απο περιηγητή στις επιλογές Datacenter -> ACME είτε μέσω του εργαλείου γραμμής εντολών rvenode.



Σχήμα 7: Δημιουργία λογαριασμού για ACME

Τέλος, το Proxmox παρέχει επίσης την δυνατότητα εγκατάστασης προσθέτων (plugins) για την ευκολότερη διαχείριση πιστοποιητικών. Ο πρωταρχικός σκοπός των προσθηκών ACME είναι να επαληθεύουν αυτόματα ότι το σύμπλεγμα Proxmox και ο κάτοχος του είναι οι νόμιμοι κάτοχοι ενός τομέα του ιντερνετ (domain). Αυτή η επαλήθευση αποτελεί την βάση για την αυτόματη διαχείριση ψηφιακών πιστοποιητικών.

Όταν ένας κόμβος έχει ρυθμιστεί με ένα πιστοποιητικό από έναν πάροχο ACME μέσω είτε του rvenode είτε του GUI, η υπηρεσία rve-daily-update.service θα ανανεώσει αυτόματα το πιστοποιητικό. Η τωρινή υλοποίηση της υπηρεσίας προσπαθεί να ανανεώσει το πιστοποιητικό εάν έχει ήδη λήξει ή θα λήξει εντός 30 ημερών.

4.2.3 Διαχείριση χρηστών στο Proxmox

Το Proxmox παρέχει διάφορους τρόπους και μηχανισμούς αυθεντικοποίησης, τα οποία στην ορολογία του Proxmox ονομάζονται βασιλεία-σφαίρες(realms) αυθεντικοποίησης. Τα πιο βασικά για τις ανάγκες μας θα παρουσιαστούν σε αυτή την ενότητα.

Το υποσύστημα αυθεντικοποίησης PAM (Pluggable Authentication Module) του Linux επιτρέπει στον χρήστη root να συνδεθεί ως διαχειριστής χωρίς να έχει περιορισμούς σε δικαιώματα και ο οποίος δεν μπορεί να διαγραφεί. Τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του συστήματος θα αποστέλλονται στη διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που σχετίζεται με τον ριζικό χρήστη. Οι χρήστες του Proxmox μπορούν να

ανήκουν σε πολλές ομάδες και οι ομάδες είναι η προτιμώμενη μέθοδος για τη διαχείριση των δικαιωμάτων πρόσβασης. Συνιστάται η δημιουργία δικαιωμάτων σε επίπεδο ομάδων και όχι σε μεμονωμένους χρήστες για να είναι πιο εύκολα διαχειρίσιμη η λίστα ελέγχου δικαιωμάτων της συστάδας.

Για να χρησιμοποιηθεί το βασίλειο του Linux PAM, πρέπει να υπάρχει ένας χρήστης συστήματος σε κάθε κόμβο για τον οποίο επιτρέπεται η πρόσβαση και ο χρήστης θα πρέπει να αυθεντικοποιηθεί με τον κωδικό πρόσβασης του. Αυτό το βασίλειο περιλαμβάνεται από προεπιλογή και δεν μπορεί να αφαιρεθεί.

Οι διαχειριστές μπορούν επίσης να προσαρμόσουν αυτό το βασίλειο αυθεντικοποίησης, απαιτώντας έλεγχο ταυτότητας δύο παραγόντων για τις συνδέσεις και ορίζοντας το ως το προεπιλεγμένο βασίλειο.

Το πεδίο του διακομιστή ελέγχου ταυτότητας Proxmox VE λειτουργεί ως απλός χώρος αποθήκευσης κωδικών πρόσβασης που μοιάζει με αυτό του Unix και υπάρχει στο σύστημα από προεπιλογή. Όπως το βασίλειο του Linux PAM, επιτρέπει μόνο στους διαχειριστές να ορίζουν απαιτήσεις ελέγχου ταυτότητας δύο παραγόντων και να το ορίζουν ως το προεπιλεγμένο πεδίο. Σε αντίθεση με τους άλλους τύπους σφαίρας αυθεντικοποίησης, οι χρήστες δημιουργούνται και επαληθεύονται αποκλειστικά μέσω του Proxmox, απαιτώντας τον καθορισμό κωδικού πρόσβασης κατά τη δημιουργία τους.

Το Proxmox παρέχει επίσης την σύνδεση εξωτερικών εξυπηρετητών LDAP αλλά και Active Directory για την διαχείριση χρηστών.

Σε έναν εξωτερικό διακομιστή LDAP, όπως το OpenLDAP, οι χρήστες αναζητούνται κάτω από ένα όνομα τομέα χρησιμοποιώντας το πεδίο χαρακτηριστικού ονόματος χρήστη (Distinguished Name) του πρωτοκόλλου LDAP, ώστε να καθοριστεί ο εκάστοτε χρήστης. Οι διαχειριστές μπορούν να διαμορφώσουν έναν κύριο και έναν εναλλακτικό διακομιστή και η κρυπτογράφηση SSL/TLS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κρυπτογράφηση της σύνδεσης.

Για την παραμετροποίηση ενός Active Directory server ως σφαίρας αυθεντικοποίησης, πρέπει να καθοριστεί μια διεύθυνση ip διακομιστή και ένα όνομα τομέα DNS. Η υπηρεσία καταλόγου Active Directory υποστηρίζει τις περισσότερες από δυνατότητες του LDAP και μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει εναλλακτικό διακομιστή, θύρα και κρυπτογράφηση TLS. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να προστεθούν αυτόματα στο Proxmox VE μέσω λειτουργιών συγχρονισμού μεταξύ Proxmox εξωτερικής υπηρεσίας LDAP.

Ο έλεγχος ταυτότητας δύο παραγόντων μπορεί να ρυθμιστεί μέσω TOTP (Time-Based One Time Password), απαιτώντας από τους χρήστες να εισάγουν επιπρόσθετα κλειδιά αυθεντικοποίησης κάθε φορά που κάνουν είσοδο στο σύστημα.

Για ρύθμιση TOTP μέσω της διεπαφής του Proxmox, εγκαταθιστούμε πρώτα μια εφαρμογή TOTP στο κινητό σας, όπως το FreeOTP και έπειτα χρησιμοποιούμε τη διεπαφή web του Proxmox για να προσθέσετε έναν παράγοντα TOTP, ακολουθώντας τις παρακάτω οδηγίες:

Πλοηγηθείτε στην επιλογή Permissions → Two Factor. Με το άνοιγμα του παραθύρου Two-Factor-Authentication της Web διεπαφής, εμφανίζεται ένα παράθυρο για τη δημιουργία ελέγχου ταυτότητας με TOTP.

Το πεδίο Secret περιέχει ένα κλειδί που δημιουργείται τυχαία, το οποίο μπορεί να δημιουργηθεί μέσω του κουμπιού Randomize. Η εφαρμογή TOTP θα εμφανίσει το όνομα του εκδότη κλειδιού μαζί με τις αντίστοιχες τιμές OTP.

Το όνομα χρήστη περιλαμβάνεται επίσης στον κωδικό QR που παρέχεται για την εφαρμογή TOTP. Μόλις δημιουργηθεί το κλειδί, θα εμφανιστεί ένας κωδικός QR που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τις περισσότερες εφαρμογές OTP, όπως το FreeOTP. Στη συνέχεια, ο χρήστης καλείται να επαληθεύσει τον τρέχοντα κωδικό

Κεφάλαιο 4

πρόσβασης χρήστη, καθώς και την ικανότητά του να χρησιμοποιεί σωστά το κλειδί TOTP, εισάγοντας την τρέχουσα τιμή OTP στο πεδίο Κωδικός επαλήθευσης.



The screenshot shows a web interface for adding a TOTP login factor. The form has the following fields and values:

- User: testuser3@pve
- Description: Smartphone XY App
- Secret: V763F5VLBCCCZH5PCIZ4UMY7LHLGU4X (with a 'Randomize' button)
- Issuer Name: Proxmox VE - testnode
- QR code: A large QR code for scanning.
- Verify Code: 133742

At the bottom, there are 'Help' and 'Add' buttons.

Σχήμα 8: Δημιουργία μηχανισμού OTP

Το Proxmox παρέχει επίσης την δυνατότητα δημιουργίας διακριτικών κωδικών αυθεντικοποίησης (Token) για την αλληλεπίδραση και χρήση του API, τα οποία επιτρέπουν σε εξωτερικά συστήματα και λογισμικό-πελάτες API να έχουν πρόσβαση σε διάφορα μέρη του REST API που ενσωματώνει το Proxmox. Μπορούν να δημιουργηθούν διακριτικά για κάθε χρήστη τα οποία μπορούν να έχουν διαφορετικά δικαιώματα και ημερομηνίες λήξης. Σε περίπτωση παραβίασης ενός διακριτικού, μπορεί να ανακληθεί χωρίς να επηρεαστεί ο ίδιος ο λογαριασμός του χρήστη.

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι διακριτικών API. Τα διακριτικά με Διαχωρισμένα δικαιώματα, όπου το διακριτικό απαιτεί συγκεκριμένα δικαιώματα πρόσβασης και στα οποία τα προνόμια τους καθορίζονται από τη τομή μεταξύ των δικαιωμάτων χρήστη και του διακριτικού. Απο την άλλη πλευρά, τα διακριτικά με Πλήρη δικαιώματα, όπου το διακριτικό έχει τα ίδια δικαιώματα με τον χρήστη με τον οποίο αυτό σχετίζεται.

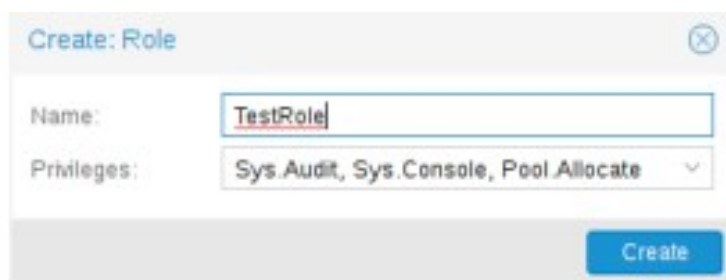
4.2.4 Έλεγχος Δικαιωμάτων στο Proxmox

Προκειμένου ένας χρήστης να είναι σε θέση να εκτελέσει μια ενέργεια, όπως η τροποποίηση, η διαγραφή ή η δημιουργία ενός VM, πρέπει να διαθέτει τα κατάλληλα δικαιώματα. Το Proxmox VE χρησιμοποιεί ένα ιεραρχικό σύστημα διαχείρισης αδειών που βασίζεται σε ρόλους και διαδρομές κατα παρόμοιο τρόπο με τις διαδρομές ενός συστήματος αρχείων.

Μια εγγραφή στον πίνακα δικαιωμάτων επιτρέπει σε έναν χρήστη, ομάδα ή διακριτικό αυθεντικοποίησης, να υιοθετήσει έναν συγκεκριμένο ρόλο κατά την πρόσβαση σε ένα αντικείμενο ή υπηρεσία. Έτσι, ένας κανόνας πρόσβασης μπορεί να αναπαρασταθεί ως μια τριάδα ως (διαδρομή, χρήστης, ρόλος), (διαδρομή,

ομάδα, ρόλος) ή (διαδρομή, διακριτικό, ρόλος), όπου ο ρόλος καθορίζει ένα σύνολο επιτρεπόμενων ενεργειών και η διαδρομή υποδεικνύει τα αντικείμενα-στόχος αυτών των ενεργειών

Ένας ρόλος δεν είναι τίποτα άλλο παρα μια λίστα με προνόμια πρόσβασης. Το Proxmox διαθέτει απο προεπιλογή έναν σύνολο προκαθορισμένων ρόλων, οι οποίοι είναι προσβάσιμη μέσω της Web διεπαφής και στους οποίους μπορούν να προστεθούν καινούριοι, ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε οργανισμού.



Σχήμα 9: Δημιουργία ρόλου χρήστη

Ένα προνόμιο απο την άλλη πλευρά, αναπαριστά τα δικαιώματα εκτέλεσης μιας συγκεκριμένης ενέργειας ή ενός συνόλου ενεργειών. Για να απλοποιηθεί η διαχείριση, τα προνόμια ομαδοποιούνται σε ομάδες ρόλων, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον πίνακα αδειών.

Για παράδειγμα, εαν θέλαμε να δημιουργήσουμε μια ομάδα πόρων της συστάδας Proxmox πάνω στην οποία θα μπορεί ένα σύνολο απο καθηγητές του τμήματος Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔιΠαΕ μέσω της γραμμής εντολών, θα ακολουθούσαμε τα επόμενα βήματα.

Πρωτα, θα δημιουργούσαμε μια ομάδα για αυτούς, ως εξής:

```
pveum group add professors -comment "IEE IHU professors"
```

Στη συνέχεια, θα δημιουργούσαμε έναν νέο χρήστη/καθηγητή που είναι μέλος αυτής της ομάδας, παρέχοντας διαδραστικά και κωδικό πρόσβασης για αυτόν:

```
pveum user add prof1@pve -group professors -password
```

Έπειτα, μπορεί να δημιουργηθεί μια ομάδα πόρων που θα μπορεί να χρησιμοποιεί η ομάδα αυτών των καθηγητών:

```
pveum pool add prof-pool --comment "IEE IHU professors pool"
```

Τέλος, θα εκχωρούσαμε δικαιώματα σε αυτή την ομάδα, επιτρέποντας στους καθηγητές να διαχειρίζονται τους πόρους που είναι μέρος αυτού του pool:

```
pveum acl modify /pool/prof-pool/ -group professors -role PVEAdmin
```

4.2.5 Διαχείριση συστάδας Proxmox

3.2.5.1 Προϋποθέσεις για την λειτουργία της συστάδας

Η στοίβα υπηρεσιών μιάς συστάδας Proxmox VE έχει ορισμένες απαιτήσεις για σταθερή λειτουργία: Είναι απαραίτητο ένα αξιόπιστο δίκτυο με καθυστερήσεις κάτω των 5 χιλιοστών του δευτερολέπτου (απόδοση LAN) μεταξύ όλων των κόμβων.

Κεφάλαιο 4

Όλοι οι κόμβοι πρέπει να μπορούν να συνδέονται μεταξύ τους μέσω των θυρών UDP 5405-5412 για να λειτουργήσει το corosync. Απαιτείται συγχρονισμός ημερομηνίας και ώρας. Απαιτείται μια σήραγγα SSH (SSH Tunnel) στη θύρα 22 μεταξύ των κόμβων. Για αξιόπιστη απαρτία και υψηλή διαθεσιμότητα, απαιτούνται τουλάχιστον τρεις κόμβοι με την ίδια έκδοση.

Επίσης, συνιστάται μια αποκλειστική κάρτα δικτύου (NIC) για την εξυπηρέτηση της κίνησης πακέτων που φτάνει στο σύμπλεγμα, ειδικά εάν γίνεται χρήση κοινόχρηστου χώρου αποθήκευσης. Ο κωδικός του ριζικού χρήστη ενός κόμβου του συμπλέγματος απαιτείται για την προσθήκη κόμβων.

Τέλος, η ηλεκτρονική μετεγκατάσταση εικονικών μηχανών υποστηρίζεται μόνο όταν οι κόμβοι διαθέτουν CPU από τον ίδιο προμηθευτή. Μπορεί να λειτουργεί με διαφορετικές CPU, αλλά αυτό δεν είναι εγγυημένο.

3.2.5.2 Προετοιμασία κόμβου για ένταξη σε συστάδα Proxmox

Για να προετοιμαστούν οι κόμβοι για την προσθήκη τους στο σύμπλεγμα, πρέπει να ακολουθηθούν μερικά σημαντικά βήματα.

Πρώτα, βεβαιωθείτε ότι το Proxmox VE είναι εγκατεστημένο σε όλους τους κόμβους και ότι το όνομα υπολογιστή (hostname) και η διαμόρφωση της IP διεύθυνσης έχουν ρυθμιστεί σωστά κατά την εγκατάσταση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αλλαγή αυτών των ρυθμίσεων μετά τη δημιουργία του συμπλέγματος δεν είναι δυνατή.

Αν και δεν απαιτείται η λίστα όλων των ονομάτων κόμβων και των διευθύνσεων IP στο αρχείο /etc/hosts ή σε άλλη μέθοδο ανάλυσης, μπορεί να είναι χρήσιμο να το κάνετε για ευκολότερη σύνδεση μεταξύ κόμβων μέσω SSH. Συνιστάται να γίνεται η αναφορά σε κόμβους με τις διευθύνσεις IP τους στη διαμόρφωση συμπλέγματος για λόγους συνέπειας.

3.2.5.3 Προσθήκη ενός κόμβου σε συστάδα Proxmox

Για να προσθέσουμε έναν νέο κόμβο σε ένα υπάρχον σύμπλεγμα μέσω του GUI, ξεκινάμε με τη σύνδεση στη διεπαφή ιστού ενός υπάρχοντος κόμβου συμπλέγματος. Στη συνέχεια, μεταβείτε στο Datacenter → Cluster και κάντε κλικ στο κουμπί Join Information που βρίσκεται στο επάνω μέρος και αντιγράψτε τις πληροφορίες κάνοντας κλικ στο κουμπί "Copy".

Στη συνέχεια, συνδεόμαστε στη διεπαφή ιστού του κόμβου που θέλουμε να προσθέσουμε στο σύμπλεγμα. Μεταβαίνουμε στο Datacenter → Cluster και κάνουμε κλικ στο κουμπί Join Cluster. Κάνουμε επικόλληση το κείμενο Join Information που αντιγράψαμε νωρίτερα στο πεδίο Information.

Οι περισσότερες από τις ρυθμίσεις θα συμπληρωθούν αυτόματα, εκτός από τον κωδικό πρόσβασης του συμπλέγματος που πρέπει να εισαχθεί από τον χρήστη για λόγους ασφαλείας. Κάνουμε κλικ στο κουμπί Συμμετοχή για να ξεκινήσει η διαδικασία σύνδεσης, η οποία θα διαρκέσει μόλις λίγα δευτερόλεπτα.

Μόλις ο κόμβος ενταχθεί επιτυχώς στην συστάδα, το τρέχον ψηφιακό πιστοποιητικό του θα αντικατασταθεί με ένα νέο υπογεγραμμένο από την αρχή πιστοποιητικών του συμπλέγματος Proxmox.

Η τρέχουσα σύνδεση της γραφικής διεπαφής ιστού θα σταματήσει να λειτουργεί μετά από λίγα δευτερόλεπτα, επομένως ίσως χρειαστεί να ανανεώσουμε τη συνεδρία και να συνδεθούμε ξανά με τα διαπιστευτήρια συμπλέγματος. Ο κόμβος που προστέθηκε πρόσφατα θα πρέπει τώρα να είναι ορατός στην επιλογή Datacenter → Cluster.

3.2.5.4 Αφαίρεση ενός κόμβου από συστάδα Proxmox

Για να αφαιρέσουμε τον κόμβο από το σύμπλεγμα πρέπει να μετακινήσουμε όλες τις εικονικές μηχανές από τον κόμβο.

Πρέπει πρώτα να Βεβαιωθούμε ότι έχουμε δημιουργήσει αντίγραφα τυχόν τοπικών δεδομένων ή αντιγράφων ασφαλείας που θέλουμε να κρατήσουμε. Επιπλέον, πρέπει να φροντίσουμε να έχουμε αφαιρέσει τυχόν προγραμματισμένες εργασίες αναπαραγωγής αποθηκευτικού χώρου που πρόκειται να τρέξουν στον κόμβο στον οποίο πρόκειται να αφαιρέσουμε.

Έπειτα, κάνουμε σύνδεση μέσω της γραμμής εντολών σε έναν διαφορετικό κόμβο συμπλέγματος και, στη συνέχεια, πρέπει να απενεργοποιήσουμε τον κόμβο (power-off) που θέλουμε να αφαιρεθεί από την συστάδα, για συντομία θα τον ονομάσουμε hr6.

Αφότου ο κόμβος έχει απενεργοποιηθεί, μπορούμε να τον διαγράψουμε από το σύμπλεγμα με την εξής εντολή:

```
pvecm delnode hr6.
```

4.2.6 Διαμόρφωση του τείχους προστασίας του Proxmox

Το τείχος προστασίας του Proxmox βασίζεται στο εργαλείο iptables του Linux και οι σχετικές ρυθμίσεις του αποθηκεύονται στο σύστημα αρχείων του συμπλέγματος pxvcfs. Αυτά τα αρχεία διαμόρφωσης διανέμονται σε όλους τους κόμβους του συμπλέγματος και οποιεσδήποτε τροποποιήσεις πραγματοποιούνται ενημερώνουν αυτόματα τους κανόνες iptables μέσω της υπηρεσίας pve-firewall.

Παρακάτω αναφέρονται οι Θύρες που χρησιμοποιούνται από το proxmox, για τις οποίες δεν θα πρέπει να ρυθμιστούν περιοριστικοί κανόνες:

- Διεπαφή Web: 8006 (TCP, HTTP/1.1 over TLS) και VNC Web console: 5900-5999 (TCP, WebSocket)
- SPICE proxy: 3128 (TCP)
- sshd (το SSH Daemon του Proxmox): 22 (TCP)
- rpcbind: 111 (UDP)
- sendmail: 25 (TCP, outgoing)
- corosync: 5405-5412 UDP
- live migration: 60000-60050 (TCP)

Οι ρυθμίσεις Firewall που ισχύουν για όλο το σύμπλεγμα αποθηκεύονται στην εξής διαδρομή:

```
/etc/pve/firewall/cluster.fw
```

Ενώ οι συγκεκριμένες διαμορφώσεις Firewall του κάθε κόμβου αποθηκεύονται στην διαδρομή:

```
/etc/pve/nodes/<nodename>/host.fw
```

με τις ρυθμίσεις σε επίπεδο συμπλέγματος να υπερβαίνουν – αντικαθιστούν τις ρυθμίσεις ενός κόμβου.

Οι χρήστες μπορούν εύκολα να διαμορφώσουν το τείχος προστασίας χρησιμοποιώντας τη γραφική διεπαφή που βρίσκεται στις ρυθμίσεις: Datacenter → Firewall η επιλέγοντας έναν κόμβο, Node → Firewall

Για παραδειγμα, Ας υποθέσουμε ότι στόχος μας είναι να επιτρέψουμε στους φοιτητές του τμήματος να ανεβάζουν αρχεία για μια εξέταση μέσω sftp. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να εκτελέσουμε τις ακόλουθες ενέργειες:

Κεφάλαιο 4

Κάνουμε κλικ στην καρτέλα "Firewall" και, στη συνέχεια κλικ στο κουμπί "Edit" δίπλα στο τείχος προστασίας.

Επιλέγουμε την καρτέλα "Options".

Κάνουμε κλικ στο κουμπί "Add" και συμπληρώνουμε τα παρακάτω στοιχεία:

Direction: "in"

Action: "ACCEPT"

Protocol: "TCP"

Port: "22"

Comment: "Allow SFTP traffic"

Επιλέγουμε το κουμπί "Add" για να αποθηκεύσετε τον κανόνα.

Επιλέγουμε το κουμπί "Save" για να αποθηκεύσετε τις αλλαγές στους κανόνες του τείχους προστασίας.

Αυτό θα επιτρέψει εισερχόμενη κίνηση στη θύρα 22 για την κυκλοφορία διακομιστή SFTP στον οποίο οι φοιτητές θα μπορούν να ανεβάσουν τα αρχεία τους.

4.2.7 Ανάκαμψη κόμβου από αποτυχία

Εάν υπάρχουν σοβαρά προβλήματα με τον έναν κόμβο της συστάδας, όπως προβλήματα υλικού, μια λύση είναι να μεταφερθούν το αρχείο βάσης δεδομένων `pxxcfs`, το οποίο βρίσκεται στη διαδρομή `/var/lib/pve-cluster/config.db`, σε έναν άλλο κόμβο.

Στον νέο αυτόν υπολογιστή, θα πρέπει πρώτα να τερματιστεί η υπηρεσία `pve-cluster` και, στη συνέχεια, να αντικατασταθεί το αρχείο `config.db` με τα απαιτούμενα δικαιώματα του (0600) και να τροποποιηθούν τα αρχεία `/etc/hostname` και `/etc/hosts` ώστε να ταιριάζουν με το χαμένο Proxmox VE κόμβο.

Τέλος, πρέπει να γίνει επανεκκίνηση του νέου κόμβου και να επαληθευθεί ότι όλα τα δεδομένα των εικονικών μηχανών/container έχουν μείνει άθικτα. Ωστόσο, συνιστάται να γίνει επανεγκατάσταση του κόμβου έπειτα από την αφαίρεση από το σύμπλεγμα για να διασφαλιστεί ότι τυχόν κοινόχρηστα δεδομένα διαμόρφωσης και κλειδιά ή άλλες ευαίσθητες πληροφορίες του συμπλέγματος/SSH θα καταστραφούν.

4.2.8 Ρυθμίσεις αντιγράφων αποθήκευσης

Η διαχείριση του πλαισίου αντιγράφων αποθήκευσης (storage replication) στο Proxmox VE γίνεται από το εργαλείο γραμμής εντολών `pvesr`.

Αυτή η δυνατότητα επιτρέπει την αναπαραγωγή τόμων ενός κόμβου σε άλλον κόμβο, χωρίς την ανάγκη κοινόχρηστου χώρου αποθήκευσης. Για την αποτελεσματικότερη χρήση και ελαχιστοποίηση της κίνησης του δικτύου, η αναπαραγωγή χρησιμοποιεί στιγμιότυπα (snapshots), μεταφέροντας μόνο νέα δεδομένα σταδιακά μετά έναν αρχικό πλήρη συγχρονισμό. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός κόμβου, οι αναπαραγόμενοι κόμβοι θα εξακολουθούν να έχουν πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα.

Η αναπαραγωγή διεξάγεται αυτόματα σε προσαρμόσιμα διαστήματα και το εύρος ζώνης για κάθε αναπαραγωγή μπορεί να περιοριστεί για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση του χώρου αποθήκευσης ή των διακομιστών.

Οι φιλοξενούμενοι υπολογιστές (VMs) μπορούν να αναπαραχθούν σε πολλούς κόμβους αλλά όχι δύο φορές στον ίδιο κόμβο-στόχο. Όταν οι φιλοξενούμενοι μεταφέρονται σε έναν κόμβο-στόχο, μεταφέρονται μόνο αλλαγές από την τελευταία αναπαραγωγή, δηλαδή το Δέλτα.

Εάν απο την άλλη πλευρά, ένας επισκέπτης μετεγκατασταθεί σε έναν κόμβο-στόχο αντιγραφής, η κατεύθυνση αναπαραγωγής αλλάζει αυτόματα.

Για παράδειγμα, εάν η εικονική μηχανή με όνομα VM100 βρίσκεται στον κόμβο A και αναπαραχθεί στον κόμβο B, η μετεγκατάστασή του στον κόμβο B θα προκαλέσει την αυτόματη αναπαραγωγή του πίσω στον κόμβο A από τον κόμβο B.

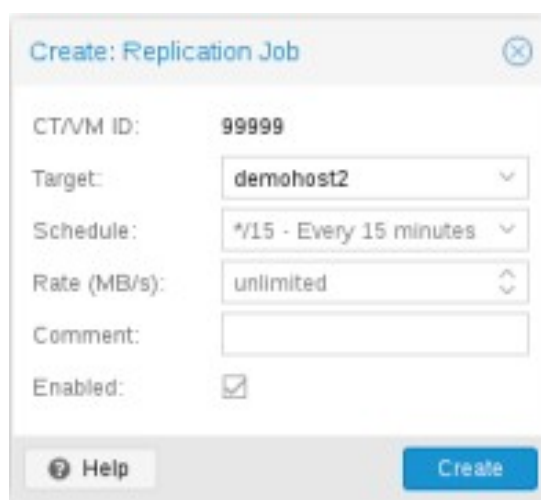
Εάν ένας επισκέπτης μετεγκατασταθεί σε έναν κόμβο όπου δεν αναπαράγεται, όλα τα δεδομένα του δίσκου θα σταλούν. Μετά τη μετεγκατάσταση, η εργασία αναπαραγωγής θα συνεχίσει να αναπαράγει τον επισκέπτη στους διαμορφωμένους κόμβους.

3.2.8.1 Δημιουργία προγραμματισμένης εργασίας αναπαραγωγής

Είναι δυνατό να δημιουργηθεί, να τροποποιηθεί είτε να διαγραφεί μια εργασία αναπαραγωγής εύκολα χρησιμοποιώντας το web GUI.

Ο πίνακας αναπαραγωγής είναι προσβάσιμος σε διάφορα επίπεδα, όπως "Data center", Node και VM, εντός του γραφικού περιβάλλοντος web. Οι εργασίες που εμφανίζονται διαφέρουν ανάλογα με το αν είναι συγκεκριμένες για κόμβους, για επισκέπτη ή για ολόκληρη τη συστάδα.

Επίσης, ένα μοναδικό αναγνωριστικό για όλο το σύμπλεγμα προσδιορίζει κάθε εργασία αναπαραγωγής, η οποία περιλαμβάνει έναν αριθμό εργασίας και το αναγνωριστικό της εικονικής μηχανής (VMID).



Σχήμα 10: Δημιουργία εργασίας αναπαραγωγής

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να προγραμματίσουμε μια εργασία αναπαραγωγής με τη βοήθεια του εργαλείου γραμμής εντολών `pvesr`, η οποία θα τρέχει κάθε 10 λεπτά, με περιορισμό σε εύρος ζώνης της τάξης των 10 Mbps (Megabytes ανά δευτερόλεπτο):

```
pvesr create-local-job 100-0 pve1 --schedule "*/10" --rate 10
```

4.2.9 Πολιτική αποτυχίας εκκίνησης του Proxmox VE

Η πολιτική αποτυχίας εκκίνησης καθορίζει ποια ενέργεια πρέπει να γίνει εάν μια υπηρεσία αποτύχει να ξεκινήσει σε έναν κόμβο. Αυτή η πολιτική μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να καθορίζει πόσες φορές θα πρέπει να επιχειρείται επανεκκίνηση στον ίδιο κόμβο και πόσες φορές μια υπηρεσία θα πρέπει να μετεγκαθίσταται σε άλλον κόμβο για μια προσπάθεια εκκίνησης.

Ο σκοπός της πολιτικής είναι να αντιμετωπίσει την προσωρινή μη διαθεσιμότητα κοινόχρηστων πόρων σε έναν συγκεκριμένο κόμβο.

Για παράδειγμα, εάν ένας κοινόχρηστος χώρος αποθήκευσης δεν είναι προσβάσιμος σε έναν κόμβο λόγω προβλημάτων στο δίκτυο, αλλά παρόλα αυτά εξακολουθεί να είναι προσβάσιμος σε άλλους κόμβους, η πολιτική μετεγκατάστασης θα επιτρέψει στην υπηρεσία να ξεκινήσει σε έναν άλλο κόμβο.

Κάθε πόρος μπορεί να έχει δύο συγκεκριμένες ρυθμίσεις πολιτικής έναρξης ανάκτησης: "max_restart" και "max_relocate". Το "max_restart" καθορίζει τον μέγιστο αριθμό προσπαθειών επανεκκίνησης που μπορούν να γίνουν στον ίδιο κόμβο και το "max_relocate" καθορίζει τον μέγιστο αριθμό προσπαθειών για μετεγκατάσταση της υπηρεσίας σε διαφορετικό κόμβο. Η προεπιλεγμένη τιμή και για τις δύο ρυθμίσεις είναι μία (1).

Είναι σημαντικό επίσης να σημειωθεί ότι η κατάσταση μέτρησης μετεγκατάστασης θα μηδενιστεί μόνο όταν η υπηρεσία έχει ξεκινήσει με επιτυχία τουλάχιστον μία φορά. Αυτό σημαίνει ότι εάν μια υπηρεσία επανεκκινηθεί χωρίς να διορθωθεί το σφάλμα, θα επαναληφθεί μόνο η πολιτική επανεκκίνησης.

4.2.10 Ανάκαμψη κόμβου από αποτυχία

Η εκτέλεση συντήρησης σε έναν κόμβο, είτε αυτή περιλαμβάνει αντικατάσταση υλικού, εγκατάσταση νέας εικόνας πυρήνα(kernel image) είτε άλλη διαχειριστική διαδικασία συντήρησης, μερικές φορές είναι απαραίτητη ακόμη και όταν χρησιμοποιείται η λειτουργία Υψηλής Διαθεσιμότητας (HA) του Proxmox.

Η λειτουργία HA υποστηρίζει δύο διαφορετικούς τύπους συντήρησης:

- (1) η Πολιτική τερματισμού λειτουργίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για γενικούς τερματισμούς ή επανεκκινήσεις και
- (2) η λειτουργία μη αυτόματης συντήρησης μπορεί να ενεργοποιηθεί για διαδικασίες συντήρησης που δεν απαιτούν τερματισμό ή επανεκκίνηση του κόμβου.

Σε ένα περιβάλλον εικονικοποίησης Proxmox VE που χρησιμοποιεί ένα σύμπλεγμα HA, η Πολιτική τερματισμού είναι μια επιλογή διαμόρφωσης που υπαγορεύει τον τρόπο χειρισμού των τερματισμών ή επανεκκινήσεων ενός κόμβου της συστάδας.

Υπάρχουν διάφορες διαθέσιμες πολιτικές τερματισμού λειτουργίας, όπως Migrate, Failover, Freeze, Conditional, Shutdown και Reboot, καθεμία με τη δική της ιδιαίτερη συμπεριφορά σχετικά με τη διαδικασία τερματισμού ή επανεκκίνησης, καθώς και την ανάκτηση των υπηρεσιών HA μετά την επιστροφή του κόμβου στο διαδίκτυο.

Η πολιτική μετεγκατάστασης διασφαλίζει ότι όλες οι υπηρεσίες HA μετακινούνται σε άλλον κόμβο πριν από τον τερματισμό λειτουργίας του κόμβου, καθυστερώντας τον τερματισμό έως ότου μεταφερθούν όλες οι εκτελούμενες υπηρεσίες.

Η πολιτική Failover διακόπτει όλες τις υπηρεσίες, αλλά διασφαλίζει ότι θα αποκατασταθούν εάν ο τρέχων κόμβος δεν είναι σύντομα διαθέσιμος.

Η πολιτική Freeze σταματά και παγώνει όλες τις υπηρεσίες έως ότου ο τρέχων κόμβος συνδεθεί ξανά.

Η πολιτική υπό όρους εντοπίζει εάν ζητείται τερματισμός λειτουργίας ή επανεκκίνηση και προσαρμόζει τη συμπεριφορά της ανάλογα.

Η πολιτική τερματισμού λειτουργίας διακόπτει όλες τις διαχειριζόμενες υπηρεσίες, επιτρέποντας σε άλλους κόμβους να αναλάβουν τον φόρτο εργασίας.

Τέλος, η πολιτική επανεκκίνησης επανεκκινεί αμέσως τον κόμβο και τοποθετεί όλους τους πόρους σε παγωμένη κατάσταση για να αποτρέψει τη μεταφορά τους σε άλλους κόμβους.

Η λειτουργία χειροκίνητης συντήρησης λειτουργεί με τον εξής τρόπο:

με την ενεργοποίηση της, η λειτουργία χειροκίνητης συντήρησης θα μαρκάρει τον κόμβο ως μη διαθέσιμο για λειτουργία και έπειτα θα μεταφέρει όλες τις υπηρεσίες σε άλλους κόμβους, οι οποίοι επιλέγονται μέσω του διαμορφωμένου προγραμματιστή πόρων συμπλέγματος (Proxmox resource scheduler).

Κατά τη μετεγκατάσταση θα καταγραφεί ο αρχικός κόμβος, έτσι ώστε η υπηρεσία να μπορεί να μετακινηθεί ξανά σε αυτόν τον κόμβο μόλις απενεργοποιηθεί η λειτουργία συντήρησης και γίνει ξανά συνδεδεμένος στην συστάδα.

Επί του παρόντος, το Proxmox επιτρέπει την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση της λειτουργίας συντήρησης χρησιμοποιώντας με το εργαλείο CLI `ha-manager`.

Για παράδειγμα, για ενεργοποίηση της λειτουργίας συντήρησης για έναν κόμβο θα χρησιμοποιούσαμε την εξής εντολή:

```
ha-manager crm-command node-maintenance enable <NODENAME>
```

Αφού ολοκληρωθεί η συντήρηση και ο κόμβος είναι και πάλι έτοιμος για χρήση, μπορεί να απενεργοποιηθεί η λειτουργία συντήρησης και όλες οι υπηρεσίες που βρίσκονταν στον κόμβο όταν ενεργοποιήθηκε η λειτουργία συντήρησης θα μετακινηθούν πίσω σε αυτόν.

Για παράδειγμα, για απενεργοποίηση της λειτουργίας συντήρησης για έναν κόμβο θα χρησιμοποιούσαμε την εξής εντολή:

```
ha-manager crm-command node-maintenance disable NODENAME
```

4.2.11 Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας και επαναφορά

Το Proxmox VE μπορεί να εκτελεί πλήρη αντίγραφα ασφαλείας που περιλαμβάνουν τόσο τις παραμετροποιήσεις των Vms/Containers όσο και όλα τα σχετικά τους δεδομένα, με τις διαδικασίες αντιγράφων ασφαλείας να μπορούν να ξεκινήσουν είτε μέσω της γραφικής διεπαφής χρήστη είτε χρησιμοποιώντας το εργαλείο γραμμής εντολών `vzdump`.

Το Proxmox παρέχει διάφορους τρόπους για να διασφαλιστεί η συνέπεια των δεδομένων για το σύμπλεγμα:

Η Λειτουργία στιγμιότυπου λαμβάνει ένα στιγμιότυπο σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο της εκτέλεσης της εικονικής μηχανής (VM) ή του κοντέινερ.

Η Λειτουργία διακοπής διακόπτει το VM ή το κοντέινερ πριν δημιουργηθεί ένα αντίγραφο ασφαλείας και, στη συνέχεια, το εκκινεί ξανά.

Η Λειτουργία αναστολής αναστέλλει την εικονική μηχανή ή το κοντέινερ πριν από τη λήψη ενός αντιγράφου ασφαλείας και, στη συνέχεια, συνεχίζει την εκτέλεση της εικονικής μηχανής ή του κοντέινερ.

Κεφάλαιο 4

Η Λειτουργία LVM χρησιμοποιεί στιγμιότυπα LVM για τη λήψη αντιγράφων ασφαλείας ολόκληρου του δίσκου με συνέπεια.

Η Λειτουργία VZDump δημιουργεί μια εφεδρική εικόνα ολόκληρου του VM ή του κοντέινερ, συμπεριλαμβανομένων όλων των αρχείων διαμόρφωσης και των δίσκων.

Εάν θέλαμε να εκκινήσουμε μια εργασία δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας από την διεπαφή Web του Proxmox θα ακολουθούσαμε τα εξής βήματα:

Επιλογή της επιθυμητής εικονικής μηχανής ή κοντέινερ για την οποία θέλουμε να δημιουργήσουμε αντίγραφο ασφαλείας.

Κλικ στο κουμπί "Backup" στη γραμμή εργαλείων στο επάνω μέρος της σελίδας.

Στο παράθυρο δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας θα επιλέγαμε την επιθυμητή λειτουργία δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας και τη θέση αποθήκευσης του αρχείου αντιγράφων ασφαλείας.

Κλικ στο κουμπί "Backup Now" για να ξεκινήσει αμέσως η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας.

Εκτός από την χειροκίνητη ενεργοποίηση αντιγράφων ασφαλείας, το Proxmox παρέχει επίσης την δυνατότητα να ρυθμιστούν τακτικά αντίγραφα ασφαλείας για όλους ή επιλεγμένους εικονικούς επισκέπτες (Containers και VMs) σε μια τοποθεσία αποθήκευσης.

Η διαχείριση της μπορεί να γίνει είτε μέσω της διεπαφής χρήστη στην επιλογή Datacenter → Backup είτε μέσω του τερματικού σημείου `/cluster/backup` API με τις οποίες θα προστεθούν εγγραφές στο αντίστοιχο αρχείο ρυθμίσεων που βρίσκεται στην διαδρομή `/etc/pve/jobs.cfg` για την εκτέλεση τους από την υπηρεσία `pvescheduler`.

Εάν ένας κόμβος ήταν εκτός σύνδεσης ή ο προγραμματιστής `pvescheduler` απενεργοποιήθηκε κατά τη διάρκεια προγραμματισμένων αντιγράφων ασφαλείας, μπορεί να ρυθμιστεί ώστε να καλύψει τα κενά με την ενεργοποίηση της επιλογής "Repeat missed".

Υπάρχουν επίσης ορισμένες ρυθμίσεις για την καλύτερη απόδοση των αντιγράφων ασφαλείας, οι οποίες μπορούν να διαμορφωθούν χρησιμοποιώντας το εργαλείο γραμμής εντολών `vzdump`, όπως ο περιορισμός εύρους ζώνης IO που μπορεί να περιοριστεί με την επιλογή `bwlimit` ή τον μέγιστο αριθμό νημάτων CPU με `max-workers`.

Ένα αρχείο backup για μια εικονική μηχανή μπορεί να αποκατασταθεί μέσω του Proxmox VE web GUI ή μέσω του εργαλείου `qmrestore` μέσω του CLI.

Τέλος, το Proxmox παρέχει και την δυνατότητα ζωντανής επαναφοράς η οποία επιτρέπει στους χρήστες να επαναφέρουν εικονικές μηχανές (VM) σε ένα σύμπλεγμα Proxmox VE που εκτελείται, χωρίς καμία διακοπή στις υπηρεσίες που βρίσκονται σε εξέλιξη.

Αυτή η δυνατότητα λειτουργεί δημιουργώντας ένα στιγμιότυπο του δίσκου, της μνήμης και της κατάστασης της CPU του VM και στη συνέχεια επαναφέροντάς το σε μια νέα ή υπάρχουσα εικονική μηχανή.

Η δυνατότητα ζωντανής επαναφοράς είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε σενάρια υψηλής διαθεσιμότητας, όπου ο χρόνος διακοπής λειτουργίας του συστήματος δεν είναι αποδεκτός, καθώς η λειτουργία ζωντανής επαναφοράς διασφαλίζει ότι τα VM μπορούν να αποκατασταθούν γρήγορα σε περίπτωση βλάβης ή για μια προγραμματισμένη συντήρηση.

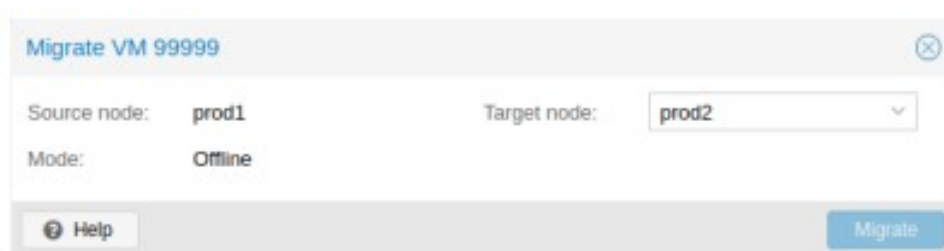
4.2.12 Μετανάστευση εικονικών μηχανών

Εάν υπάρχει ανάγκη να μετακινηθούν όλοι οι επισκέπτες από έναν κόμβο σε κάποιον άλλο, το εργαλείο `pvenode` παρέχει την υποεντολή `migrateall` η οποία επιτρέπει την μαζική μετεγκατάσταση όλων των εικονικών μηχανών του κόμβου.

Η προεπιλεγμένη ρύθμιση μεταφέρει όλους τους επισκέπτες του συστήματος στον κόμβο-στόχο, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί για τη μετεγκατάσταση μιας συγκεκριμένης ομάδας αυτών.

Για παράδειγμα, εάν θέλαμε να μεταφέρουμε τα VM 100, 101 και 102 στον κόμβο `pve2` με ενεργοποιημένη τη ζωντανή μετεγκατάσταση του τοπικού δίσκου, θα χρησιμοποιούσαμε την εντολή:

```
pvenode migrateall pve2 --vms 100,101,102 --with-local-disks
```



Σχήμα 11: Μετανάστευση εικονικής μηχανής

Όταν επιλεγθεί ένα VM για μετεγκατάσταση, το Proxmox θα ξεκινήσει τη διαδικασία μετεγκατάστασης μεταφέροντας την κατάσταση μνήμης, την κατάσταση της CPU και την εικόνα του δίσκου του VM στον κεντρικό υπολογιστή προορισμού. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας, το VM θα συνεχίσει να εκτελείται στον κεντρικό υπολογιστή προέλευσης και θα παραμείνει προσβάσιμο στους χρήστες.

Μόλις ολοκληρωθεί η διαδικασία μετεγκατάστασης, η σύνδεση δικτύου της εικονικής μηχανής μεταβαίνει στον υπολογιστή-στόχος και μεταφέρονται τυχόν ενημερώσεις μνήμης και κατάστασης της CPU που απομένουν.

Τέλος, ο υπολογιστής πηγής απελευθερώνει τους πόρους του VM και αφαιρεί το VM από το τοπικό του απόθεμα.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι για να μπορέσει να λειτουργήσει εύρυθμα η δυνατότητα μετεγκατάστασης, πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις:

Οι κόμβοι πρέπει να έχουν CPU από τον ίδιο προμηθευτή με παρόμοιες δυνατότητες. Διαφορετικοί προμηθευτές ενδέχεται να λειτουργούν ανάλογα με τα πραγματικά μοντέλα και τον τύπο CPU των VM που έχουν διαμορφωθεί, αλλά δεν είναι εγγυημένο.

Οι κόμβοι πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο σύμπλεγμα Proxmox VE.

Το VM πρέπει να μην έχει τοπικούς πόρους που δεν μπορούν να μετεγκατασταθούν. Για παράδειγμα, συσκευές PCI ή USB που διαβιβάζονται αυτήν τη στιγμή θα εμποδίσουν μια πιθανή ζωντανή μετεγκατάσταση.

Ο υπολογιστής προορισμού πρέπει να έχει τις ίδιες ή υψηλότερες εκδόσεις των πακέτων Proxmox VE. Αν και μερικές φορές μπορεί να λειτουργήσει αντίστροφα, αυτό δεν είναι εγγυημένο.

Οι κόμβοι πρέπει να έχουν μια πλήρως λειτουργική αλλά και αξιόπιστη σύνδεση δικτύου μεταξύ τους.

4.2.13 Εισαγωγή εικονικών μηχανών από άλλον Hypervisor στο Proxmox

Η εισαγωγή εικονικών μηχανών (VM) από έναν ξένο hypervisor στο Proxmox VE είναι μια διαδικασία που επιτρέπει την μετεγκατάσταση εικονικών μηχανών από άλλη πλατφόρμα εικονικοποίησης στο Proxmox.

Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο σε περίπτωση μετάβασης στο Proxmox VE από άλλον υπερεπόπτη ή εάν χρειάζεται να ενοποιηθούν εικονικές μηχανές από πολλούς υπερεπόπτες σε έναν μόνο κεντρικό υπολογιστή Proxmox VE.

Για παράδειγμα, για να εισάγουμε μια εικονική μηχανή (VM) από τον διακομιστή Xen στο Proxmox, θα ακολουθούσαμε τα εξής βήματα:

Αρχικά, πρέπει να εξάγουμε το VM από τον διακομιστή Xen σε μορφή .xva. Αυτό μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας το XenCenter GUI ή τη διεπαφή γραμμής εντολών xe. Για να εξάγουμε το VM χρησιμοποιώντας xe, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την ακόλουθη εντολή:

```
xe vm-export uuid=<VM UUID> filename=<filename>
```

Αφού εξάγουμε το VM, πρέπει να αντιγράψουμε το εξαγόμενο αρχείο .xva στον διακομιστή Proxmox.

Μπορούμε να το κάνουμε χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων όπως SCP ή SFTP για να μεταφέρουμε την εικονική μηχανή στον τοπικό δίσκο του Proxmox.

Αφού αντιγράψουμε το αρχείο .xva στον διακομιστή Proxmox, μπορεί να το εισαγάγουμε χρησιμοποιώντας τη διεπαφή ιστού του Proxmox ή το εργαλείο γραμμής εντολών pve-xmlexport.

Ακολουθούν τα βήματα για την εισαγωγή του VM χρησιμοποιώντας τη διεπαφή ιστού:

Επιλέγουμε την επιλογή Datacenter ή στον συγκεκριμένο κόμβο όπου θέλουμε να εισαγάγουμε το VM.

Κάνουμε κλικ στο κουμπί "Create VM" και επιλέγουμε "Import existing disk image".

Στο πλαίσιο διαλόγου "Import existing disk image", εισαγάγουμε ένα όνομα για το VM, επιλέγουμε τη θέση αποθήκευσης όπου θα αποθηκευτεί το είδωλο-εικόνα του δίσκου και επιλέγουμε το αρχείο .xva.

Κάνουμε κλικ στο κουμπί "Next" και επιλέγουμε τις ρυθμίσεις υλικού του VM, όπως η CPU, η RAM και τις ρυθμίσεις δικτύου για το VM, καθώς ενδέχεται να διαφέρουν από τις ρυθμίσεις στον διακομιστή Xen..

Κάνουμε κλικ στο κουμπί "Finish" για να εισαγάγουμε το VM. Το Proxmox θα δημιουργήσει ένα νέο VM με τις ρυθμίσεις που καθορίσαμε και θα δημιουργήσει μια νέα εικονική μηχανή με την εικόνα του δίσκου από το αρχείο .xva.

Τέλος, μόλις εισαχθεί το VM, μπορούμε να το ξεκινήσουμε από τη διεπαφή ιστού Proxmox ή χρησιμοποιώντας την εντολή qm start στη γραμμής εντολών

4.2.14 Δημιουργία στιγμιότυπων εικονικών μηχανών

Η λήψη στιγμιότυπων εικονικής μηχανής (VM) στο Proxmox VE είναι μια δυνατότητα που επιτρέπει να δημιουργηθεί ένα αντίγραφο μια συγκεκριμένης χρονικής στιγμής του δίσκου και της κατάστασης μνήμης του VM.

Για να δημιουργήσουμε ένα στιγμιότυπο ακολουθούμε τα εξής βήματα:

Εγκατάσταση, Παραμετροποίηση και Διαχείριση του Proxmox

Από τον πίνακα εργαλείων Proxmox, επιλέγουμε το "Data Center" ή τον συγκεκριμένο κόμβο όπου βρίσκεται η εικονική μηχανή. Στη συνέχεια, επιλέγουμε την εικονική μηχανή της οποίας θέλουμε να τραβήξουμε ένα στιγμιότυπο κάνοντας κλικ σε αυτήν.

Στην προβολή λεπτομερειών εικονικής μηχανής, κάντε κλικ στην καρτέλα "Snapshots" και κάνουμε κλικ στο κουμπί "Create" για να ξεκινήσουμε τη δημιουργία του στιγμιότυπου.

Στο πλαίσιο διαλόγου "Create Snapshot", εισαγάγουμε ένα όνομα για το στιγμιότυπο στο πεδίο "Όνομα". Από προεπιλογή, το Proxmox θα συμπεριλάβει τα αρχεία διαμόρφωσης της συγκεκριμένης εικονικής μηχανής στο στιγμιότυπο.

Μπορούμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε δύο τύπους στιγμιότυπων στο Proxmox: Standard και Qemu Agent. Το τυπικό στιγμιότυπο είναι ένα αντίγραφο σημείου-σε-χρόνου του ειδώλου του δίσκου του VM, ενώ το στιγμιότυπο Qemu χρησιμοποιεί το εργαλείο Guest Qemu για να δημιουργήσει ένα συνεπές στιγμιότυπο του συστήματος αρχείων του VM.

Αφού εισαγάγουμε τα στοιχεία του στιγμιότυπου, κάνουμε κλικ στο κουμπί "Create" για να ξεκινήσει η διαδικασία του στιγμιότυπου. Η διαδικασία του στιγμιότυπου μπορεί να διαρκέσει μικρο χρονικό διάστημα, ανάλογα με το μέγεθος της εικόνας του δίσκου του VM και τον τύπο στιγμιότυπου που επιλέξατε.

Μπορούμε επίσης να επιλέξουμε να συμπεριλάβουμε και την κατάσταση μνήμης του VM στο στιγμιότυπο ώστε να επαναφέρουμε το VM στην ακριβή κατάσταση που βρισκόταν τη στιγμή που τραβήχτηκε το στιγμιότυπο.

5 Εγκατάσταση φυσικών Proxmox διακομιστών σε Server Room.

5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα διερευνηθεί η περίπλοκη διαδικασία εγκατάστασης και διαμόρφωσης γυμνών μεταλλικών διακομιστών Proxmox εντός ενός Server Room. Αυτό το κεφάλαιο θα εστιάσει στα πιο κρίσιμα στοιχεία όπως ο κλιματισμός, οι τεχνικές και τα συστήματα τροφοδοσίας (UPS), η συνδεσιμότητα στο Διαδίκτυο και η αρχιτεκτονική των διακομιστών, ώστε να παρέχει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των θεμελιωδών στοιχείων που συμβάλλουν στην ομαλή λειτουργία και τη βέλτιστη απόδοση των διακομιστών Proxmox.

Αρχικά, θα εξεταστεί η φυσική υποδομή του δωματίου διακομιστή, συμπεριλαμβανομένης της διάταξης των rack και της στρατηγικής τους θέσης. Επιπλέον, θα γίνει αναφορά στις εκτιμήσεις σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και την ενσωμάτωση των αδιάλειπτων τροφοδοτικών (UPS) για να διασφαλίσουμε μια αξιόπιστη πηγή ενέργειας για τους διακομιστές αλλά και στους αποτελεσματικούς μηχανισμούς ψύξης, οι οποίοι διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη διατήρηση της βέλτιστης απόδοσης διακομιστή, διερευνώντας επίσης σε αυτό το κεφάλαιο.

Τέλος, θα γίνει αναφορά στα βήματα που ακολουθήθηκαν για την τοποθέτηση και τη διαμόρφωση των στοιχείων του διακομιστή στη μητρική πλακέτα, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή σε πτυχές όπως οι μονάδες μνήμης, οι κεντρικές μονάδες επεξεργασίας (CPU) και οι δίσκοι. Επιπλέον, περιγράψουμε τις βασικές διαδικασίες για τη σύνδεση του τροφοδοτικού και της καλωδίωσης δικτύου, επιτρέποντας την απρόσκοπτη επικοινωνία και τροφοδοσία των διακομιστών.

Σε αυτό το κεφάλαιο, στοχεύουμε να παρέχουμε μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της διαδικασίας εγκατάστασης και διαμόρφωσης, που περιλαμβάνει τόσο τις φυσικές όσο και τις τεχνικές πτυχές της ανάπτυξης γυμνών μεταλλικών διακομιστών Proxmox σε ένα δωμάτιο διακομιστή. Με την τεκμηρίωση αυτών των διαδικασιών, θα προσφερθούν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την διαχείριση υποδομών διακομιστών προς διευκόλυνση των μελλοντικών προσπαθειών για τη περαιτέρω ανάπτυξη των υποδομών του Τμήματος.

5.2 Αρχιτεκτονική και τεχνικά χαρακτηριστικά των υπολογιστών που χρησιμοποιήθηκαν

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής, έγινε η προσπάθεια εγκατάστασης δύο νέων Bare Metal Server υπολογιστών εντός του Server Room που φιλοξενεί τις υποδομές οι οποίες στελεχώνουν τις υπηρεσίες του Τμήματος. Για αυτούς τους σκοπούς χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Server HP ProLiant DL585. Έπειτα από πειραματισμό και έρευνα σχετικά με την συμβατότητα των διαθέσιμων στοιχείων προς εγκατάσταση στην πλακέτα του Server, έγινε επιτυχής εγκατάσταση του στο Server Room.

Παρακάτω περιγράφονται εν συντομία μερικά από τα πιο σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά του Server μετά την εγκατάσταση των απαραίτητων επι μέρους στοιχείων του:

Φυσικό βάρος (κατα προσέγγιση): 30 kg

Επεξεργαστές (4 συνολικά) : AMD Opteron 6204

Φυσικές Μνήμες (4 x 8): 2GB HP PC3-10600R DDR3

Δίσκος (8 x 25): SAS 2.5”” HP Proliant hard drive

Κεφάλαιο 5

Η προηγμένη μνήμη ECC είναι η προεπιλεγμένη λειτουργία προστασίας μνήμης για τον συγκεκριμένο διακομιστή. Στο Advanced ECC, ο διακομιστής προστατεύεται από διορθώσιμα σφάλματα μνήμης. Ο διακομιστής παρέχει ειδοποίηση εάν το επίπεδο των διορθώσιμων σφαλμάτων υπερβαίνει ένα προκαθορισμένο ποσοστό. Το Advanced ECC παρέχει πρόσθετη προστασία έναντι του Standard ECC, επειδή είναι δυνατή η διόρθωση ορισμένων σφαλμάτων μνήμης που διαφορετικά δεν θα μπορούσαν να διορθωθούν και θα οδηγούσαν σε αποτυχία διακομιστή. Ενώ το τυπικό ECC μπορεί να διορθώσει σφάλματα μνήμης ενός bit, το Advanced ECC μπορεί να διορθώσει τα σφάλματα μνήμης ενός bit αλλά και τα σφάλματα μνήμης πολλών bit εάν όλα τα αποτυχημένα bit βρίσκονται στην ίδια συσκευή DRAM στο DIMM.

Οι πλακέτες μνήμης επεξεργαστή 1 και 2 πρέπει πάντα να είναι εγκατεστημένες. Το σύστημα δεν θα εκκινήσει εάν λείπει κάποια από αυτές. Πρέπει να εγκατασταθούν δύο στοιχεία μνήμης (DIMM - Dual In-line Memory Module) στην πλακέτα μνήμης του επεξεργαστή στην υποδοχή 2. Όλα τα DIMM σε μια πλακέτα μνήμης επεξεργαστή πρέπει να έχουν τον ίδιο αριθμό παρτίδας.

Τα PPM διακομιστή παρέχουν την κατάλληλη ισχύ σε κάθε επεξεργαστή. Κάθε PPM πρέπει να εγκατασταθεί στην υποδοχή δίπλα στον επεξεργαστή του. Οι υποδοχές επεξεργαστή και PPM (Processor Power Management) 1 και 2 πρέπει να είναι επίσης πάντα εγκατεστημένες, διαφορετικά ο server δεν θα λειτουργήσει σωστά. Η εκκίνηση του διακομιστή επιτυγχάνεται μέσω του επεξεργαστή που είναι εγκατεστημένος στην υποδοχή επεξεργαστή 2.

Για την αποφυγή πιθανής δυσλειτουργίας διακομιστή και βλάβης στον εξοπλισμό, οι διαμορφώσεις πολλαπλών επεξεργαστών πρέπει, όπως και στην περίπτωση της μνήμης, να περιέχουν επεξεργαστές με τον ίδιο αριθμό παρτίδας.

Τα DIMM σε διαφορετικές πλακέτες μνήμης επεξεργαστή μπορεί να έχουν διαφορετικά μεγέθη. Όμως, τα DIMM στην ίδια πλακέτα μνήμης επεξεργαστή πρέπει να έχουν το ίδιο μέγεθος και τον ίδιο αριθμό παρτίδας. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν διαφορετικά μεγέθη, τα DIMM πρέπει να εγκατασταθούν με φθίνουσα χωρητικότητα με τα μεγαλύτερα DIMM να είναι εγκατεστημένα στις θέσεις που βρίσκονται πιο μακριά από τον εκάστοτε επεξεργαστή.

Ο Server υποστηρίζει επίσης και την τεχνολογία iLO – Integrated Lights-Out. Το Integrated Lights-Out είναι μια ιδιόκτητη τεχνολογία διαχείρισης ενσωματωμένη στα προϊόντα της εταιρίας HP, η οποία επιτρέπει την απομακρυσμένη πρόσβαση στους διακομιστές ProLiant, ακόμη και χωρίς σύνδεση στο κύριο δίκτυο του οργανισμού.

Το υποσύστημα iLO περιλαμβάνει έναν έξυπνο μικροεπεξεργαστή, ασφαλή μνήμη και μια αποκλειστική διεπαφή δικτύου. Αυτός ο σχεδιασμός καθιστά το iLO ανεξάρτητο από τον κεντρικό διακομιστή και το λειτουργικό του σύστημα. Το υποσύστημα iLO παρέχει απομακρυσμένη πρόσβαση σε οποιονδήποτε εξουσιοδοτημένο πελάτη δικτύου, στέλνει ειδοποιήσεις και παρέχει άλλες λειτουργίες διαχείρισης διακομιστή. Χρησιμοποιώντας το iLO, ο διαχειριστής μπορεί να επιτελέσει τις εξής διαδικασίες.

Απομακρυσμένη ενεργοποίηση, απενεργοποίηση ή επανεκκίνηση του διακομιστή κεντρικού υπολογιστή.

Αποστολή ειδοποιήσεων από το iLO ανεξάρτητα από την κατάσταση του διακομιστή κεντρικού υπολογιστή

Πρόσβαση σε προηγμένες λειτουργίες αντιμετώπισης προβλημάτων μέσω της διεπαφής iLO

Διάγνωση iLO χρησιμοποιώντας το εργαλείο HP Systems Inside Manager (SIM) μέσω προγράμματος περιήγησης στο Web είτε με μηνύματα πρωτοκόλλου SNMP (Simple Network Management Protocol).

5.3 Racks και καλωδίωση

Μέσα σε ένα Server Room, η επιλογή εγκατάστασης του εξοπλισμού σε rack είναι η βέλτιστη και επαγγελματική επιλογή για την πιο αποτελεσματική συντήρηση. Οι πιο αποτελεσματικές στρατηγικές περιλαμβάνουν τη χρήση διασυνδεδεμένων ραφιών εξοπλισμένων με σύστημα εναέριας τροχιάς, διευκολύνοντας την απρόσκοπτη δρομολόγηση των καλωδίων. Αυτή η μέθοδος όχι μόνο προσδίδει μια τεχνολογική ατμόσφαιρα αιχμής, αλλά εξασφαλίζει επίσης ένα καλά οργανωμένο και εύκολα συντηρήσιμο περιβάλλον.

Η σωστή διαχείριση καλωδίων είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση ενός οργανωμένου και χωρίς ακαταστασία χώρου για τους Servers. Κάθε καλώδιο θα πρέπει να φέρει σαφή σήμανση, υποδεικνύοντας τον σκοπό, τον προορισμό του είτε σχετικές πληροφορίες σχετικά με την διασύνδεμένα στοιχεία του Server Room, όπως Servers και Switches.

Επίσης, η καλά οργανωμένη καλωδίωση απλοποιεί την αντιμετώπιση προβλημάτων, τη συντήρηση και τις μελλοντικές αναβαθμίσεις, μειώνοντας το χρόνο διακοπής λειτουργίας και βελτιώνοντας τη συνολική απόδοση.

Το Server Room του τμήματος διαθέτει δύο ράφια. Στο ένα έχουν τοποθετηθεί οι Servers που στελεχώνουν τις κύριες υπηρεσίες του τμήματος, ενώ στο δεύτερο υπάρχουν Servers για δευτερεύουσες υπηρεσίες καθώς επίσης και Switches που παρέχουν την συνδεσιμότητα δικτύου.

5.4 Τροφοδοσία και UPS

Το τροφοδοτικό σε ένα δωμάτιο διακομιστή είναι ένα κρίσιμο στοιχείο που διασφαλίζει τη συνεχή και αξιόπιστη λειτουργία των διακομιστών και του άλλου εξοπλισμού. Περιλαμβάνει την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των απαιτήσεων των διακομιστών και τη διατήρηση της λειτουργικότητάς τους.

Τυπικά, ένα Server Room λαμβάνει ισχύ από δύο κύριες πηγές: το ηλεκτρικό δίκτυο κοινής ωφέλειας και το εφεδρικό σύστημα τροφοδοσίας. Το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας παρέχει την κύρια πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα εφεδρικά συστήματα ισχύος, όπως αδιάλειπτα τροφοδοτικά (UPS), λειτουργούν ως δευτερεύουσες πηγές τροφοδοσίας για την αποφυγή διαταραχών σε περίπτωση διακοπών ρεύματος.

Τα τροφοδοτικά αδιάλειπτης τροφοδοσίας χρησιμεύουν ως εφεδρικές πηγές τροφοδοσίας όταν το κύριο μακροπρόθεσμο τροφοδοτικό, αντιμετωπίζει διακοπή ρεύματος. Η διάρκεια ισχύος που παρέχεται από ένα UPS εξαρτάται από το μέγεθος και τη χωρητικότητά του, που κυμαίνεται από λίγα λεπτά έως μερικές ώρες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα UPS από μόνα τους δεν επαρκούν για τη διατήρηση ενός κέντρου δεδομένων κατά τη διάρκεια παρατεταμένης διακοπής ρεύματος.

Οι Servers που χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής διαθέτουν δύο ενσωματωμένα τροφοδοτικά στην μητρική πλακέτα για λόγους υψηλής διαθεσιμότητας σε περίπτωση που το ένα υποστεί ξαφνική βλάβη.

5.5 Σύστημα ψύξης

Η αποτελεσματική παροχή ρεύματος σε ένα δωμάτιο διακομιστή συμβαδίζει με αποτελεσματικούς μηχανισμούς ψύξης. Η Αμερικανική Εταιρεία Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE), συνιστά να διατηρείται η θερμοκρασία εντός ενός Data Center ή Server Room στο εύρος των 18 με 27 βαθμών κελσίου. Για τους φυσικούς servers που εγκαταστάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της

Κεφάλαιο 5

εργασίας, συνίσταται ο χώρος στον οποίο αυτοί θα παραμένουν, να μην ξεπερνάει την θερμοκρασία των 35°C.

Για την εκτίμηση της θερμοκρασίας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν οι παρακάτω παράγοντες.

Η Σκεπή, τα παράθυρα και οι τοίχοι των εγκαταστάσεων μπορούν να συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην θερμοκρασία του Server Room. Τα υλικά κατασκευής, η μόνωση και ο σχεδιασμός των τοίχων, των παραθύρων και της οροφής του κέντρου δεδομένων μπορεί να επηρεάσουν τη θερμοκρασία. Τα κατάλληλα συστήματα μόνωσης και εξαερισμού βοηθούν στη ρύθμιση της μεταφοράς θερμότητας μεταξύ του κέντρου δεδομένων και του εξωτερικού περιβάλλοντος, αποτρέποντας την υπερβολική αύξηση ή απώλεια θερμότητας.

Ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός εντός του κέντρου δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των διακομιστών, των switches, των δρομολογητών και των συσκευών αποθήκευσης, παράγει σημαντική θερμότητα. Η διάταξη αυτού του εξοπλισμού, η απόσταση μεταξύ των ραφιών και η αποτελεσματική διαχείριση ροής αέρα μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της ψύξης.

Επιπλέον, η παρουσία προσωπικού του κέντρου δεδομένων, όπως διαχειριστών συστήματος ή τεχνικών, μπορεί να συμβάλει στο συνολικό θερμικό φορτίο εντός των εγκαταστάσεων. Ο αριθμός του προσωπικού, οι δραστηριότητές του και η διάρκεια της παρουσίας του θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό συστημάτων ψύξης για την αντιστάθμιση της πρόσθετης θερμότητας που παράγεται και επίσης τα φωτιστικά μέσα στο Server Room μπορούν να εκπέμπουν θερμότητα, προσθέτοντας στη συνολική θερμοκρασία.

Στις εγκαταστάσεις του τμήματος χρησιμοποιούνται οι ελάχιστες δυνατές πηγές φωτισμού με ενεργειακά αποδοτικές λάμπες LED και επίσης το Server Room βρίσκεται σε χώρο εντός του κτηρίου ο οποίος δεν έχει άμεση επαφή με τις ακτίνες του ήλιου. Για τους σκοπούς ψύξης χρησιμοποιείται σύστημα εμπορικού κλιματισμού για να διατηρούνται τα επίπεδα θερμοκρασίας εντός των προτεινόμενων ορίων.

Για το συγκεκριμένο μοντέλο Server που χρησιμοποιείτε στο server room του τμήματος, το εγχειρίδιο του κατασκευαστή συνιστά να τηρούνται οι εξής χωρικές απαιτήσεις:

θα πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο διάκενο 63,5 cm μπροστά από το ράφι.

θα πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο διάκενο 76,2 cm στο πίσω μέρος της σχάρας.

θα πρέπει να υπάρχει ένα ελάχιστο διάκενο 121,9 cm από το πίσω μέρος της σχάρας του ραφιού μέχρι το πίσω μέρος από άλλο ράφι.

Οι διακομιστές HP αντλούν δροσερό αέρα από το μπροστινό μέρος και διώχνουν ζεστό αέρα από την πίσω μέρος. Επομένως, οι μπροστινές και οι πίσω πόρτες ραφιών πρέπει να αερίζονται επαρκώς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

[1] Proxmox VE Administration Guide [Online]. Available: <https://pve.proxmox.com/pve-docs/pve-admin-guide.pdf>.

[2] Proxmox VE Wiki [Online]. Available: https://pve.proxmox.com/wiki/Main_Page

[3] Evi Nemeth, Garth Snyder, Tren Hein, Ben Whaley and Dan Mackin, UNIX and Linux System Administration Handbook 5th edition, 2010.

[4] <https://support.hpe.com>