

## **SOFTWARE DEFINED NETWORKS (SDNs)**

**Όνοματεπώνυμο Φοιτήτριας: Μαρία Μπουργασλή**

**ΑΜ: 2798**

**Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Πολίτης Αναστάσιος**

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία των υπολογιστών αναπτύσσεται με πολύ γρήγορο ρυθμό τα τελευταία χρόνια και αποτελεί ένα κομμάτι απαραίτητο για όλους τους τομείς της καθημερινότητας μας.

Το πιο βασικό στοιχείο είναι η δικτύωση.

Το πρόβλημα εστιάζεται στην χρήση και διασύνδεση του δικτυακού εξοπλισμού, λόγω της αυξημένης πολυπλοκότητας του, το ότι χρησιμοποιεί και υποστηρίζει πολλά και διαφορετικά πρωτόκολλα που πολλές φορές δεν είναι και συμβατά μεταξύ τους με αποτέλεσμα να μην υπάρχει δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ τους.

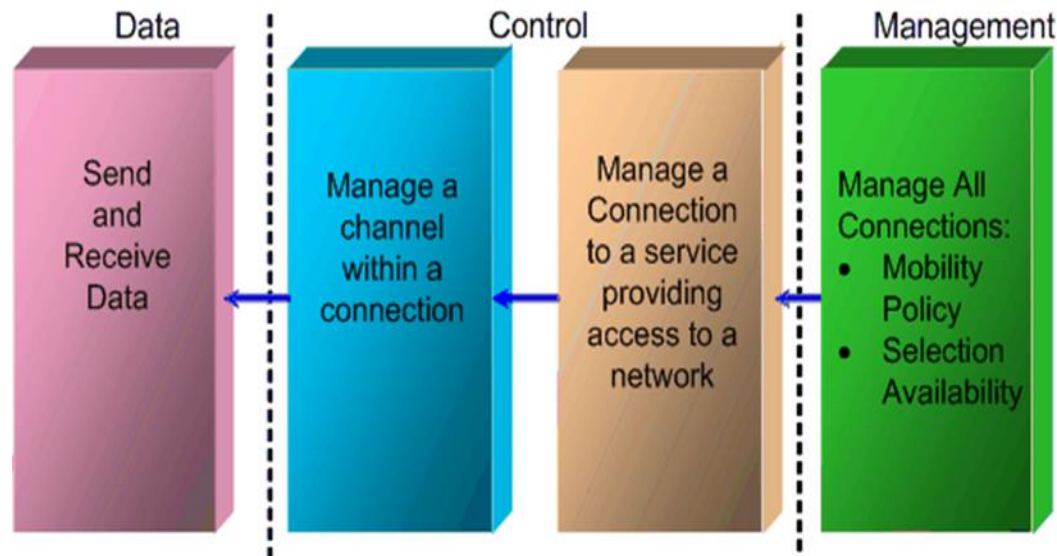
The logo for Software-Defined Networking (SDN) features the lowercase letters 'sdn' in a white, serif font. The letters are set against a dark blue square background that has a subtle gradient and a slight drop shadow, giving it a three-dimensional appearance.

Η λύση είναι η ανάπτυξη των SDN δικτύων, όπου με την χρήση τους τα δίκτυα καταφέρνουν να μετατρέπονται σε προγραμματιζόμενα μέσω λογισμικού και δεν έχουν περιορισμούς για τους κατασκευαστές.

# ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ SDN ΔΙΚΤΥΟΥ

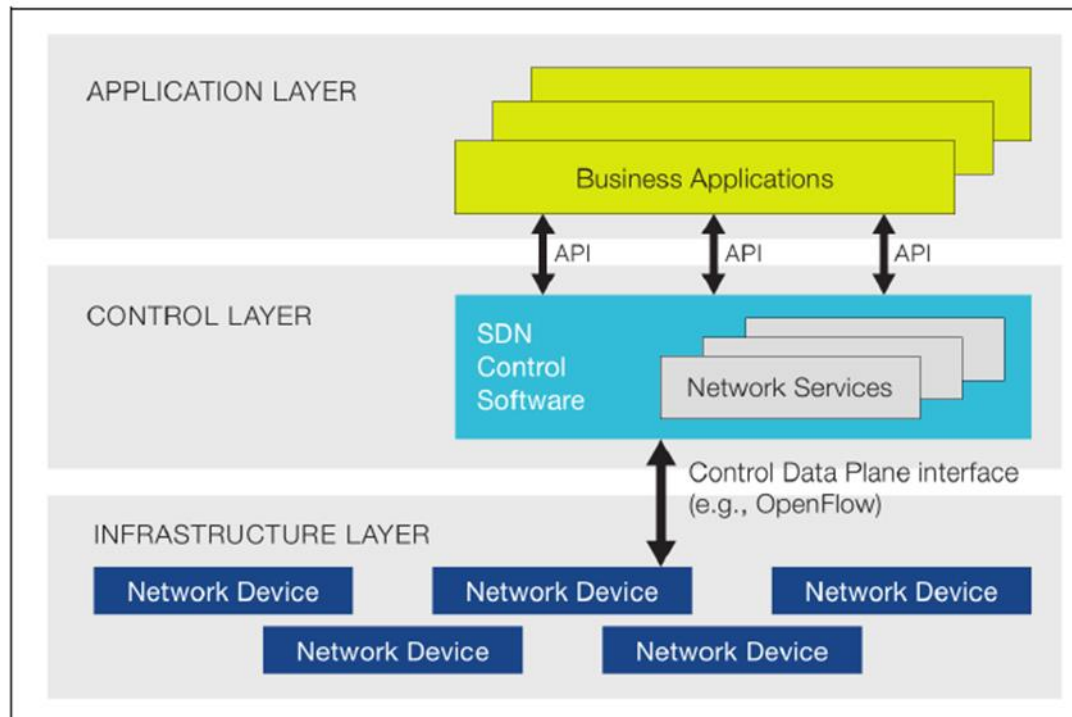
Όπως είναι γνωστό σε όλα τα δίκτυα που βασίζονται στις βασικές αρχές των κλασικών δικτύων υπάρχει ένας διαχωρισμός μεταξύ των λειτουργιών τους σε τρεις βασικές κατηγορίες, οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω και είναι οι εξής:

- ❖ **Management Plane**
- ❖ **Data Plane**
- ❖ **Control Plane**



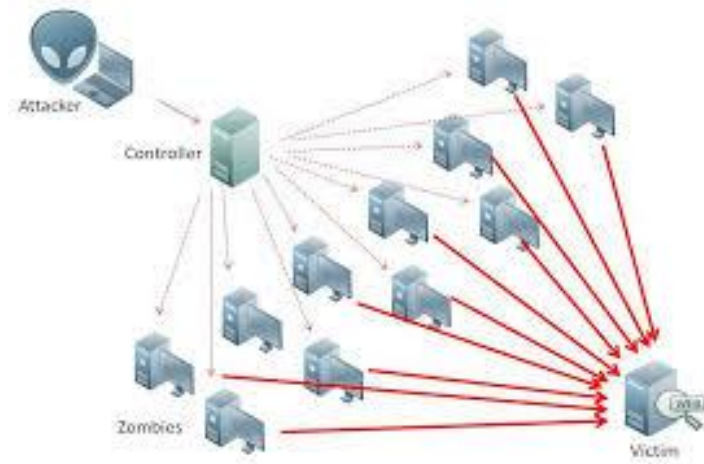
# ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ SDN ΔΙΚΤΥΟΥ

Η τεχνολογία του SDN δικτύου, διαχωρίζει το δίκτυο σε 3 επίπεδα. Το επίπεδο εφαρμογών, ελέγχου και δεδομένων ή υποδομών, όπως παρουσιάζεται και στην παρακάτω εικόνα.



# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ SDN ΔΙΚΤΥΟΥ

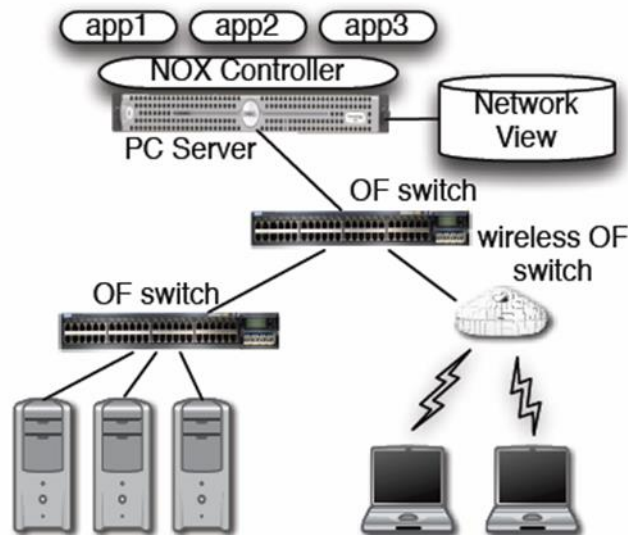
- ❖ Κεντριοποιημένη διαχείριση
- ❖ Απευθείας προγραμματίσιμα δίκτυα
- ❖ Μείωση του OPEX
- ❖ Μείωση του CAPEX
- ❖ Αύξηση της αξιοπιστίας
- ❖ Υψηλή διαθεσιμότητα
- ❖ Καινοτομία
- ❖ Η εικονοποίηση δικτύων



# SDN CONTROLLERS

## ❖ Nox Controller

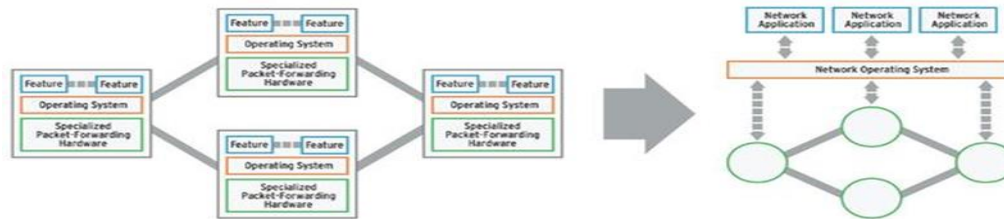
Η ιδέα του βασίζεται στο δικτυακό λειτουργικό του σύστημα, το οποίο αποτελεί την βάση πάνω στην οποία αναπτύσσονται οι διάφορες λειτουργίες του δικτύου. Λόγω αυτού, οι λειτουργίες ελέγχου όπως έλεγχος κίνησης, δρομολόγησης, spanning tree και πολλές άλλες λειτουργίες προσφέρονται ως εφαρμογές οι οποίες είναι εγκατεστημένες στο δικτυακό λειτουργικό σύστημα.



# SDN CONTROLLERS (1)

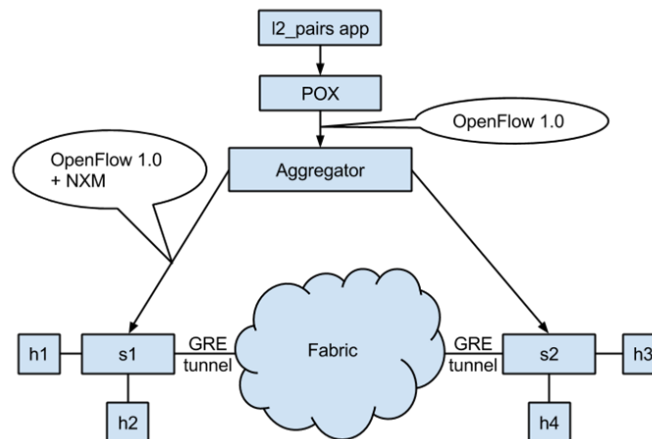
## ❖ Controller Openflow Reference

Είναι και ο γνωστός ως OVS controller και αποτελεί το πιο απλό controller που υπάρχει μαζί με το Openflow.



## ❖ Controller Pox

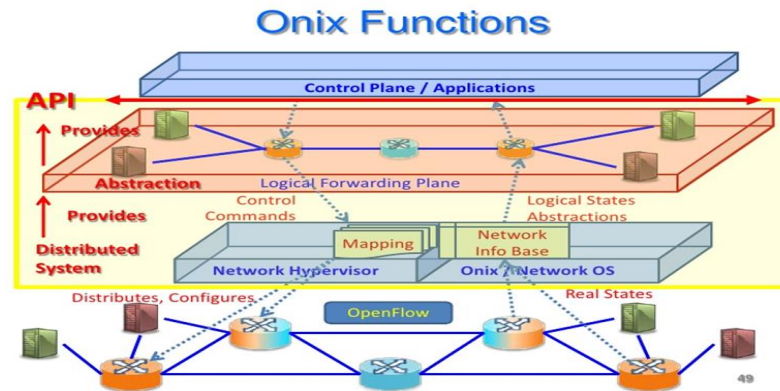
Ο controller Pox είναι μια μεταγενέστερη διεπαφή Openflow που είχε δημιουργηθεί σε python γλώσσα για τον controller Nox και μετά αποσύρθηκε αποτέλεσε ένα πολύ εύκολο μονοπάτι και βολικό για την εισαγωγή στην ανάπτυξη SDN εφαρμογών.



# SDN CONTROLLERS (2)

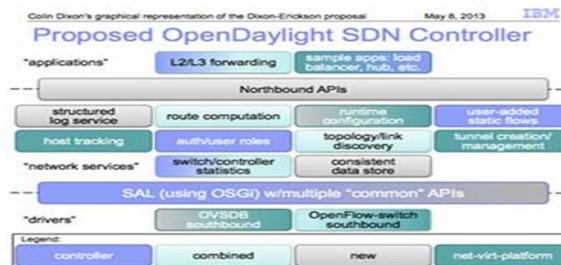
## ❖ Controller Onix

Ο controller Onix είναι εγκατεστημένος και λειτουργεί σε ένα σύνολο από φυσικούς server όπου μπορεί να τρέχει ταυτόχρονα ο controller σε κάθε server.



## ❖ Controller Beacon και Opendaylight

Αυτός είναι ένας controller ο οποίος βασίζεται στην java κάτι που του επιτρέπει να τρέχει σε διαφορετικές πλατφόρμες , ακόμη και σε android.

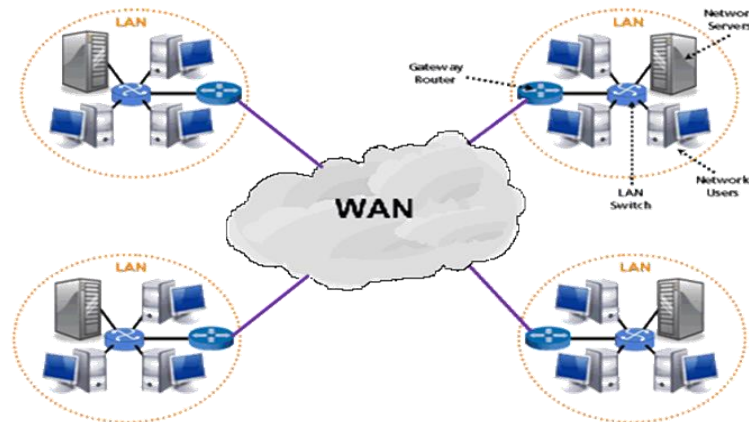




# SDN ΔΙΚΤΥΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

## ❖ Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks)

Το δίκτυο ευρείας περιοχής αποτελεί ένα σύνολο υπολογιστών που εκτείνονται σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή και δημιουργούν μεταξύ τους ένα δίκτυο επικοινωνίας.



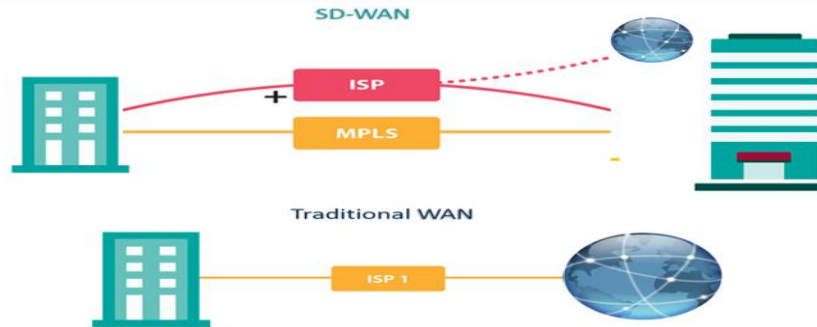
Ένα σύνολο από τεχνολογίες χρησιμοποιούνται για να προσφέρουν WAN συνδεσιμότητα όπως:

- Μισθωμένη γραμμή
- Μεταγωγή κυκλώματος
- Μεταγωγή πακέτων
- Κυψελωτά δίκτυα
- Ψηφιακή Συνδρομητική Γραμμή(DSL)

# SDN ΔΙΚΤΥΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ(1)

## ❖ SDN-WAN σε MPLS δίκτυα

Στα MPLS (Multiprotocol Label Switching) δίκτυα χρησιμοποιείται η έννοια του LSP (label switched paths) μονοπατιού. Το LSP είναι ένα μονοπάτι μέσα στο MPLS δίκτυο όπου χρησιμοποιούνται οι ενδιαμέσσι δρομολογητές για την προώθηση πακέτων μεταξύ δύο σημείων.



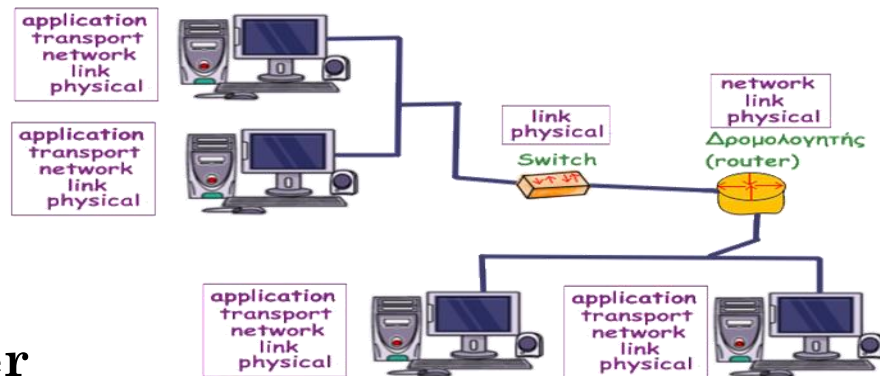
## ❖ Δίκτυα Πάροχων

Τα SP δίκτυα πάροχων είναι τα δίκτυα ευρείας κλίμακας που μεταφέρουν μεγάλο όγκο δεδομένων και φωνής συνήθως εκ μέρους των πάροχων υπηρεσιών διαδικτύου( ISPs). Η κύρια υπηρεσία τους ήταν η παροχή φωνής, καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος υπηρεσιών, και ο όγκος των δεδομένων που μεταφέρουν είναι τεράστιος.

# SDN ΔΙΚΤΥΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ(2)

## ❖ ΔΙΚΤΥΑ CAMPUS

Τα συγκεκριμένα δίκτυα όπως αναφέρει και η ονομασία τους campus δίκτυα αποτελούν ένα σύνολο από τοπικά δίκτυα τα οποία βρίσκονται συγκεντρωμένα και ενοποιημένα σε μία γεωγραφική περιοχή, και το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το δίκτυο μίας πανεπιστημιούπολης.



## ❖ Data Center

Τα Data Center αποτελούνται από χιλιάδες φυσικούς server και χωρίζονται σε τρεις συγκεκριμένες κατηγορίες:

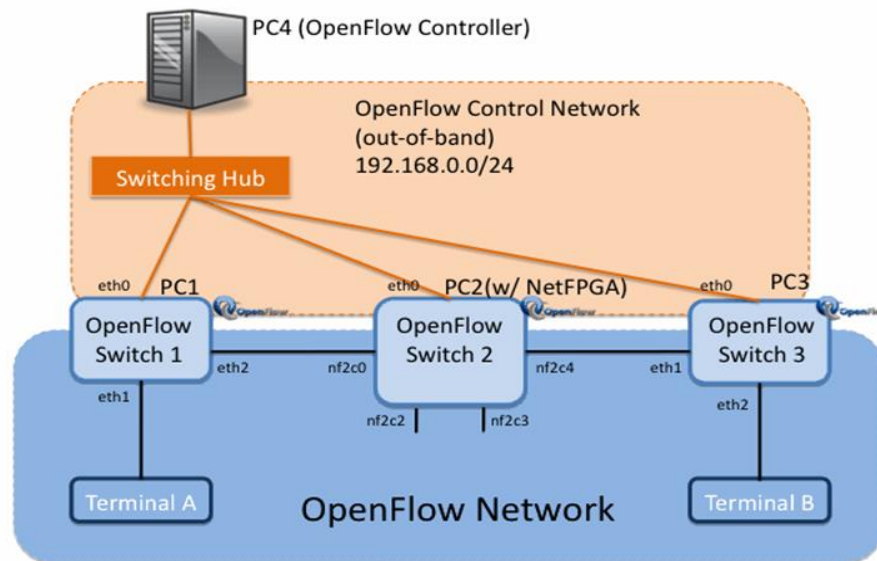
- **Ιδιωτικά με μοναδικό κάτοχο:** Αυτή η κατηγορία είναι όπου ανήκουν τα data center που διατηρούν οργανισμοί για προσωπική χρήση.
- **Ιδιωτικά με πολλαπλούς κατόχους:** Αυτή η κατηγορία είναι τα ειδικά center data που παρέχονται από εταιρείες που ειδικεύονται στην προσφορά υπηρεσιών. Χρησιμοποιούνται από πολλούς πελάτες που έχουν κάποιο συμβόλαιο με την εταιρεία παροχής.
- **Δημόσια με πολλαπλούς κατόχους:** Σε αυτήν την κατηγορία είναι όλα τα data center διαθέσιμα σε όλους.

# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

## ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ OPENFLOW

Τα βασικά δομικά μέρη του Openflow πρωτοκόλλου αποτελούν:

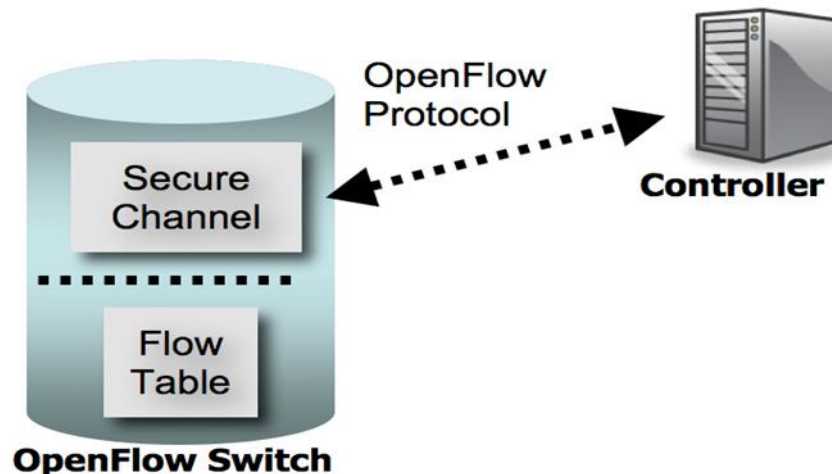
- Ο Openflow controller
- Οι Openflow μεταγωγείς που αποτελούνται από πόρτες, το ασφαλές κανάλι Openflow και από πίνακες ροών.



# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (1)

## Openflow Controller

Το Openflow αποτελεί το μέσο επικοινωνίας μεταξύ ενός controller και του δικτυακού εξοπλισμού μέσω ενός καναλιού. Ένας controller που χρησιμοποιεί το openflow έχει την δυνατότητα να αποστέλλει μηνύματα στο δίκτυο μέσω ενός καναλιού επικοινωνίας ,χωρίς το ίδιο το πρωτόκολλο να μπορεί να καθορίσει την δομή του , ακόμη και παράλληλα με κάποιο άλλο πρωτόκολλο.



# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (2)

## Openflow Μεταγωγέας

Οι μεταγωγείς χωρίζονται σε δυο κατηγορίες οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- **Μεταγωγείς Openflow-only:** αυτοί οι μεταγωγείς έχουν την δυνατότητα να διαχειρίζονται πακέτα μόνο βάση του openflow πρωτοκόλλου.
- **Υβριδικοί Μεταγωγείς:** αυτοί αποτελούν έναν εξοπλισμό υβριδικό με δυνατότητα για να υποστηρίξουν τόσο openflow μεταγωγή όσο και την παραδοσιακή μεταγωγή με την χρήση Ethernet πρωτοκόλλου.

Υπάρχουν στο Openflow τρία ειδών πορτών τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Φυσική Πόρτα**
- **Λογική Πόρτα**
- **Οι κλειστές (reserved) πόρτες**

# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (3)

## Openflow πίνακες

Η κάθε εγγραφή που γίνεται σε έναν πίνακα αποτελείται από τα εξής πεδία που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΔΙΟ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
<b>Match</b>	Καθορίζει τις συνθήκες βάση των οποίων θεωρείται ότι ένα πακέτο ταιριάζει στην εγγραφή.
<b>Priority</b>	Σε συνδυασμό με το match πεδίο καθορίζει την προτεραιότητα της εγγραφής.
<b>Counter</b>	Αναφέρεται σε στατιστικά στοιχεία των πακέτων που ταιριάζουν την εγγραφή.
<b>Instruction</b>	Καθορίζει τις ενέργειες που θα πρέπει να εκτελέσει ο μεταγωγέας όταν κάποιο πακέτο ταιριάζει στην εγγραφή.
<b>Timeouts</b>	Αναφέρεται στον μέγιστο χρόνο ισχύς της εγγραφής.
<b>Flags</b>	Χρησιμοποιείται για την αλλαγή του τρόπου διαχείρισης των εγγραφών.

# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (4)

## Openflow πίνακες (1)

Οι group πίνακες έχουν τα εξής πακέτα που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΠΕΔΙΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
<b>Group identifier</b>	Ένας 32-bit αριθμός αναγνωριστικός του group
<b>Group type</b>	Αποτελείται από διάφορα είδη όπως το All(εκτελεί το σύνολο των ενεργειών του group), Select (χρησιμοποιώντας κάποιο αλγόριθμό εκτελείται μόνο ένα σύνολο ενεργειών για το πακέτο), Indirect (εκτελεί μόνο μία ενέργεια) και Fast Failover ( αναφέρεται σε ενέργειες που αφορούν συγκεκριμένη πόρτα).
<b>Counter</b>	Αναφέρεται σε στατιστικά στοιχεία των πακέτων που ταιριάζουν στην εγγραφή.
<b>Action buckets</b>	Περιέχεται ένα σύνολο ενεργειών προς εκτέλεση.



# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (5)

## Openflow πίνακες (2)

Στο Openflow υπάρχει και ο Meter πίνακας, που προσφέρει την δυνατότητα στον controller να δημιουργήσει έναν μηχανισμό Quality Of Service (Qos) που μπορεί να περιοριστεί ο ρυθμός ροής πακέτων. Περιλαμβάνει τα εξής πεδία που περιγράφονται παρακάτω στον πίνακα:

ΠΕΔΙΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Meter identifier	Ένας 32-bit αριθμός αναγνωριστικός του πίνακα.
Meter bands	Μία λίστα από κανόνες που καθορίζει τον ρυθμό και την διαχείριση των πακέτων και αποτελείται από τον Band type ( καθορίζει την διαχείριση των πακέτων), Rate ( καθορίζει το όριο που ενεργοποιούνται οι κανόνες), Burst (καθορίζει τον βαθμό ανάλυσης των κανόνων), Counters (αυξάνεται με τον αριθμό των πακέτων) και Type specific arguments (χρησιμοποιείται όταν απαιτούνται ενέργειες).

# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (6)

## Μηνύματα Openflow

Τα Openflow μηνύματα τοποθετούνται μέσα σε επικεφαλίδες (headers) και περιλαμβάνουν τα εξής πεδία που περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

ΠΕΔΙΑ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
Version	Καθορίζει την έκδοση του openflow που χρησιμοποιείται.
Type	Αναφέρεται στο είδος του μηνύματος.
Length	Το μήκος του μηνύματος.
Transaction ID	Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση ενός μηνύματος για τον διαχωρισμό του από παρόμοια μηνύματα.

Τα είδη των μηνυμάτων χωρίζονται και αυτά σε κάποιες κατηγορίες οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- **Controller-to-Switch messages:** Τα συγκεκριμένα μηνύματα χρησιμοποιούνται από τον controller για την διαχείριση του εξοπλισμού.
- **Asynchronous messages:** Αυτά τα μηνύματα αποστέλλονται από τον μεταγωγέα τον controller. Μπορεί να περιλαμβάνουν κάποιο πακέτο που δεν γνωρίζει πώς να το διαχειριστεί ή κάποια ενημέρωση για πιθανή αλλαγή σε κάποιων από τους πίνακες.
- **Symmetric messages:** Τα μηνύματα αποστέλλονται και από τις δύο πλευρές και εμπεριέχουν μηνύματα όπως Hellos, echo requests και replies.

# OPENFLOW ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ (7)

## Διαχείριση Ροών

Οι επιλογές του συγκεκριμένου πεδίου που έχουμε για να επιλέξουμε χωρίζονται σε κάποιες κατηγορίες όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

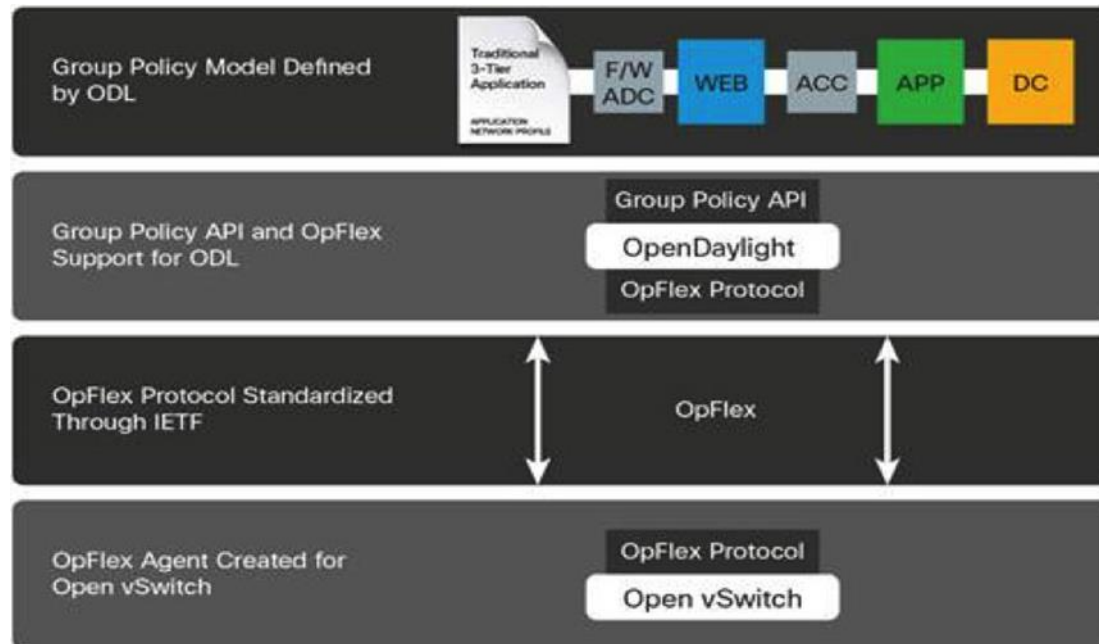
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
Flow match	Εδώ αναφερόμαστε σε έναν συνδυασμό παραμέτρων.
Header match	Αναφέρεται σε πεδία που αντιστοιχούν με τους headers.
Pipeline match	Αναφέρεται σε πεδία που προστίθενται στα πακέτα για την προσπέλαση τους σε περίπτωση πολλαπλών πινάκων.
Experimenter Flow match	Είναι ένα προαιρετικό πεδίο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις ερευνών και δοκιμών.

Για το σύνολο των ενεργειών χρησιμοποιούνται έξι όροι στην ορολογία του Openflow οι οποίοι είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι μεταξύ τους.

- **Instructions**
- **Instruction Sets**
- **Action lists**
- **Actions**
- **Action Sets**
- **Action Buckets**

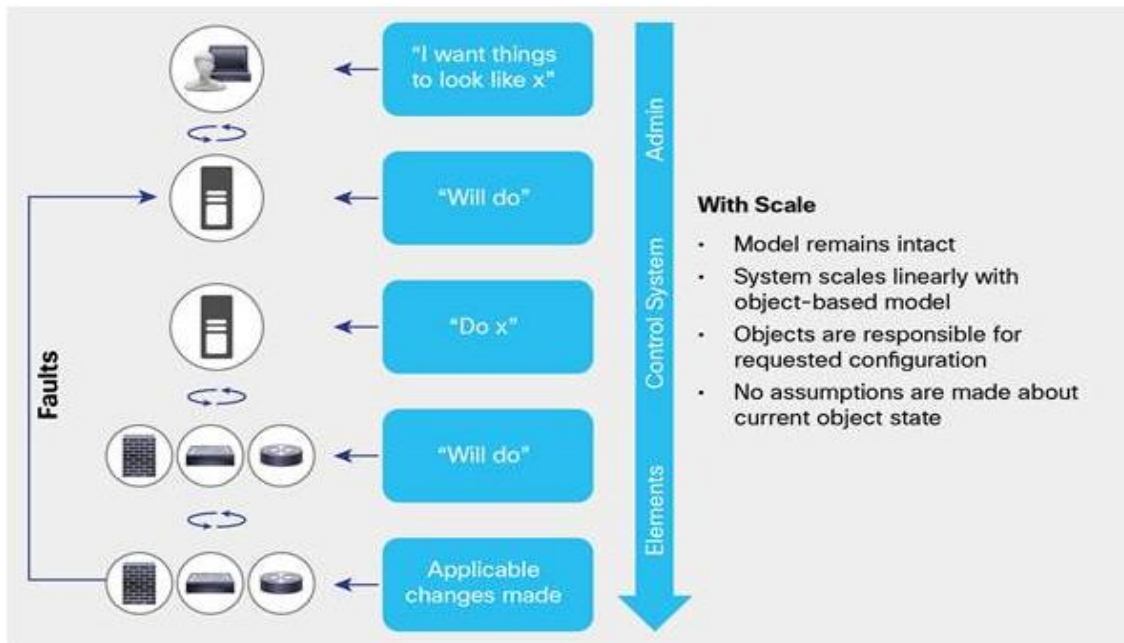
# ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ OPFLEX

Το Cisco OpFlex είναι ένα πρωτόκολλο στο καθορισμένο λογισμικό δικτύου (SDN) που έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει τις επικοινωνίες μεταξύ του ελεγκτή SDN και της υποδομής (switches and routers). Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα πρότυπο που να επιτρέπει την εφαρμογή πολιτικών σε φυσικούς και εικονικούς διακόπτες / δρομολογητές σε περιβάλλον πολλαπλών προμηθευτών.



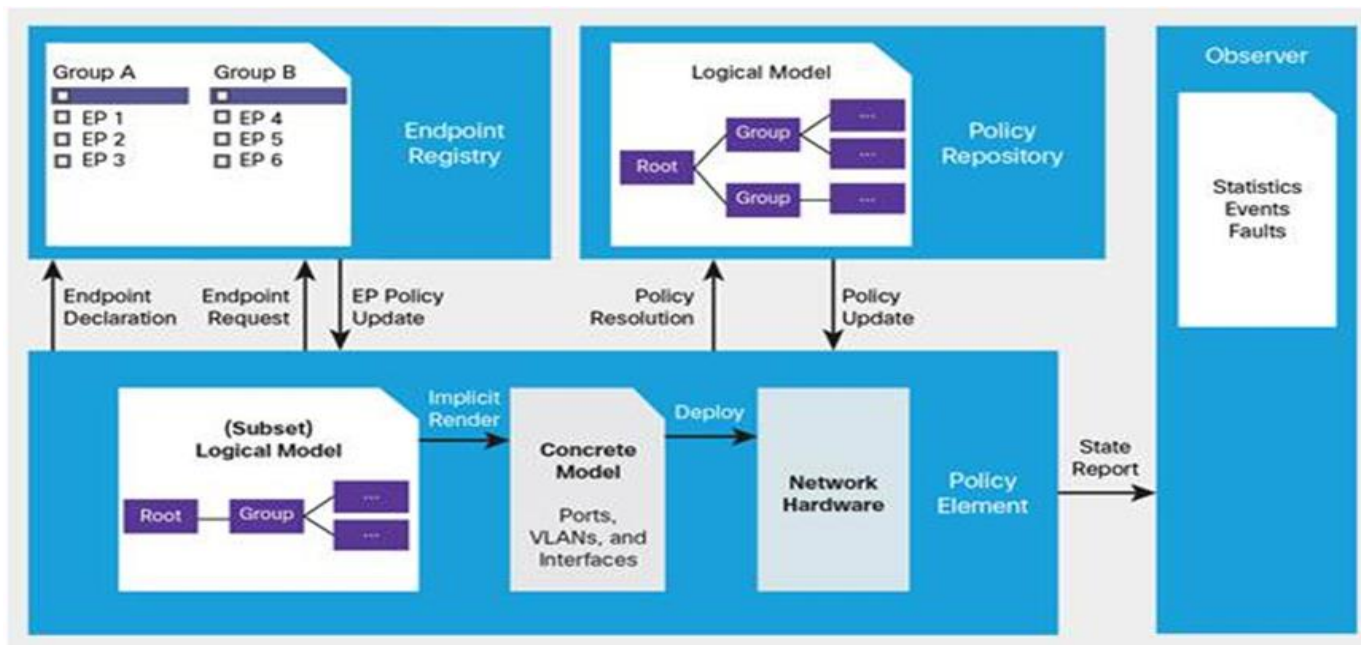
# ΜΙΑ ΝΕΑ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΣΤΟ SDN

- Η εφαρμογή Cisco Centric Infrastructure (CCI) χρησιμοποιεί μια διαφορετική προσέγγιση, ένα νέο λειτουργικό μοντέλο που ονομάζεται δηλωτικός έλεγχος και βασίζεται στην θεωρία των υποσχέσεων.
- Το πιο παραδοσιακό μοντέλο ελέγχου χρησιμοποιεί διαχείριση από την κορυφή προς τα κάτω για να καθορίσει κάθε στοιχείο για να φτάσει στην επιθυμητή κατάσταση.
- Έτσι αυτή η προσέγγιση μειώνει την πολυπλοκότητα του συστήματος και επιτρέπει μεγαλύτερη κλίμακα , επίσης αυξάνει την επεκτασιμότητα.



# ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ORFLEX

Το Orflex έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων ενός συνόλου διαχειριζόμενων αντικειμένων που ορίζεται ως μέρος ενός πληροφοριακού μοντέλου. Το ίδιο το Orflex δεν υπαγορεύει το μοντέλο πληροφοριών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε αφηρημένο μοντέλο με βάση το δέντρο, στο οποίο κάθε κόμβος στο δέντρο έχει ένα αναγνωριστικό γενικής χρήσης (URI) που σχετίζεται με αυτό.



# ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ CISCO OPENFLOW ΚΑΙ CISCO ORFLEX

Και τα δύο πρωτόκολλα αποτελούν μεθόδους επικοινωνίας μεταξύ ελεγκτών και συσκευών δικτύου. Η διαφορά τους βρίσκεται στον τρόπο μεταγωγής του μηνύματος.

- openflow: αποτελεί κεντροποιημένο σύστημα ελέγχου. Το control plane συγκεντρώνεται ολοκληρωτικά στον sdn controller και οι εντολές ωθούνται προς συσκευές που αναγνωρίζουν το openflow.
- orflex: κατακεντρωμένο σύστημα ελέγχου με χρήση υφιστάμενων τεχνολογιών επικοινωνίας. Ελέγχει μόνο τις πολιτικές μεταγωγής.

	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
openflow	Πλήρης έλεγχος του δικτύου από τον προγραμματιστή.	Ανάγκη αναγνώρισης του openflow από τις συσκευές δικτύου.
Orflex	Κατακεντρωμένο σύστημα βασισμένο σε ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες.	Βρίσκεται ακόμα σε στάδιο προτυποποίησης.

# ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΑ SDN ΔΙΚΤΥΑ

Το χρονικό διάστημα που αναπτύχθηκε η τεχνολογία SDN καθώς και οι διαφορετικές αντιλήψεις πάνω στον τρόπο λειτουργίας του, μας κάνει να αναρωτιόμαστε για πολλά ζητήματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν όπως:

- Θέματα ασφάλειας
- Επεκτασιμότητα
- Διαθεσιμότητα και αξιοπιστία
- Αξιολόγηση απόδοσης
- Ανάπτυξη εφαρμογών
- Διαλειτουργικότητα
- Υιοθέτηση της τεχνολογίας



Τέλος