

# **ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ 8**

## ***Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP***

# Περιεχόμενα

## Θεματικής Ενότητας 8: Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP

### ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ & ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

#### Θεματική Ενότητα 8 Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP

##### 8.1 Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO / OSI

##### 8.2 Δίκτυα Profibus DP

##### 8.3 Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

##### 8.4 Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου

##### 8.5 Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

### ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (επιθυμητές Γνώσεις – Δεξιότητες – Ικανότητες)

- Να αναφέρει τα είδη των δικτύων Profibus που υπάρχουν και να γνωρίζει τις εφαρμογές τους .
- Να περιγράφει τα πρωτόκολλα διαχείρισης του Bus στα Profibus δίκτυα επικοινωνίας .
- Να αναγνωρίζει τα δομικά στοιχεία ενός Profibus DP δικτύου επικοινωνίας .
- Να ερμηνεύει και να κατανοεί τα βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus DP δικτύου επικοινωνίας.

## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 8.1**

***Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI***

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

**Πρότυπο: *Open System Interconnection reference model***

**ISO** : **International Standard Organization** :Διεθνής Οργανισμός  
Τυποποίησης «Πρότυπο Διασύνδεσης Ανοικτών συστημάτων».

Το **OSI** αποτελεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο καθορίζονται οι λεπτομερείς πλέον τυποποιήσεις , για την επίλυση όλων των επί μέρους προβλημάτων που εμφανίζονται στις επικοινωνίες υπολογιστών από διαφορετικούς κατασκευαστές

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

## **Πρότυπο: *Open System Interconnection reference model***

Στα πρώτα στάδια της εφαρμογής των «Επικοινωνιών Δεδομένων» όταν μιλούσαμε για επικοινωνίες αναφερόμασταν στην επικοινωνία ενός **υπολογιστή με τις τερματικές συσκευές** (εκτυπωτές , οθόνες , ...) που ήταν συνδεδεμένες με αυτόν. Στην περίπτωση αυτή οι χρησιμοποιούμενες συνδέσεις και ο τρόπος επικοινωνίας ήταν αποκλειστικός για κάθε υπολογιστή και για μια ορισμένη σειρά τερματικών. Με την εξέλιξη των πραγμάτων όμως, άνοιξε ο δρόμος για την **επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών** και τη χρησιμοποίηση των λεγόμενων «Δικτύων Επικοινωνίας», όπου οι «Τεχνικές Επικοινωνιών» που είχαν χρησιμοποιηθεί για την σύνδεση απλών τερματικών δεν επαρκούν πλέον. Έπρεπε λοιπόν, να ορισθούν διαδικασίες και τεχνικές για μια επικοινωνία ανωτέρου επιπέδου, επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών ανεξάρτητα από τύπο, φίρμα, μέγεθος, ....

Αυτό το έργο ανέλαβε να το εκτελέσει το 1977 ο διεθνής οργανισμός τυποποίησης ISO [ International Standard Organization ] και τα πρώτα αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας εμφανίστηκαν το **1983 με την ανακοίνωση του προτύπου OSI [ Open System Interconnection reference model ]** που ερμηνεύεται ως «Πρότυπο Διασύνδεσης Ανοικτών συστημάτων».

Το OSI αποτελεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο καθορίζονται οι λεπτομερείς, πλέον, τυποποιήσεις για την επίλυση όλων των επί μέρους προβλημάτων που εμφανίζονται στις επικοινωνίες μεταξύ υπολογιστών από διαφορετικές κατασκευαστικές εταιρίες.

Το πλαίσιο ενός τέτοιου προτύπου, όπως το πρότυπο OSI, απαιτεί τον ακριβή προσδιορισμό αφενός της «Αρχιτεκτονικής» και αφετέρου των «Πρωτοκόλλων Επικοινωνίας» που χρησιμοποιούνται.

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

## Πρότυπο: *Open System Interconnection reference model*

**Αρχιτεκτονική :** Η οργάνωση της όλης επικοινωνίας, η ιεράρχηση των λειτουργιών σε διάφορα επίπεδα, ο καθορισμός των πρωτοκόλλων και της μεταξύ τους σχέσης ονομάζεται Αρχιτεκτονική επικοινωνίας υπολογιστών.

**Πρωτόκολλο :** Ένα σύνολο από κανόνες για την διεκπεραίωση της επικοινωνίας μεταξύ των ενοτήτων μίας Αρχιτεκτονικής

**ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ :** Για να επιτευχθεί η επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών πρέπει να πραγματοποιηθεί ένα σύνολο από φυσικές και λογικές διασυνδέσεις μεταξύ διαφόρων ανεξαρτήτων τμημάτων.

« Η οργάνωση της όλης επικοινωνίας, η ιεράρχηση των λειτουργιών σε διάφορα επίπεδα, ο καθορισμός των πρωτοκόλλων και της μεταξύ τους σχέσης ονομάζεται Αρχιτεκτονική επικοινωνίας υπολογιστών». Όταν δύο υπολογιστές επικοινωνούν, στην ουσία επικοινωνούν μεταξύ τους οι ενότητες που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο.

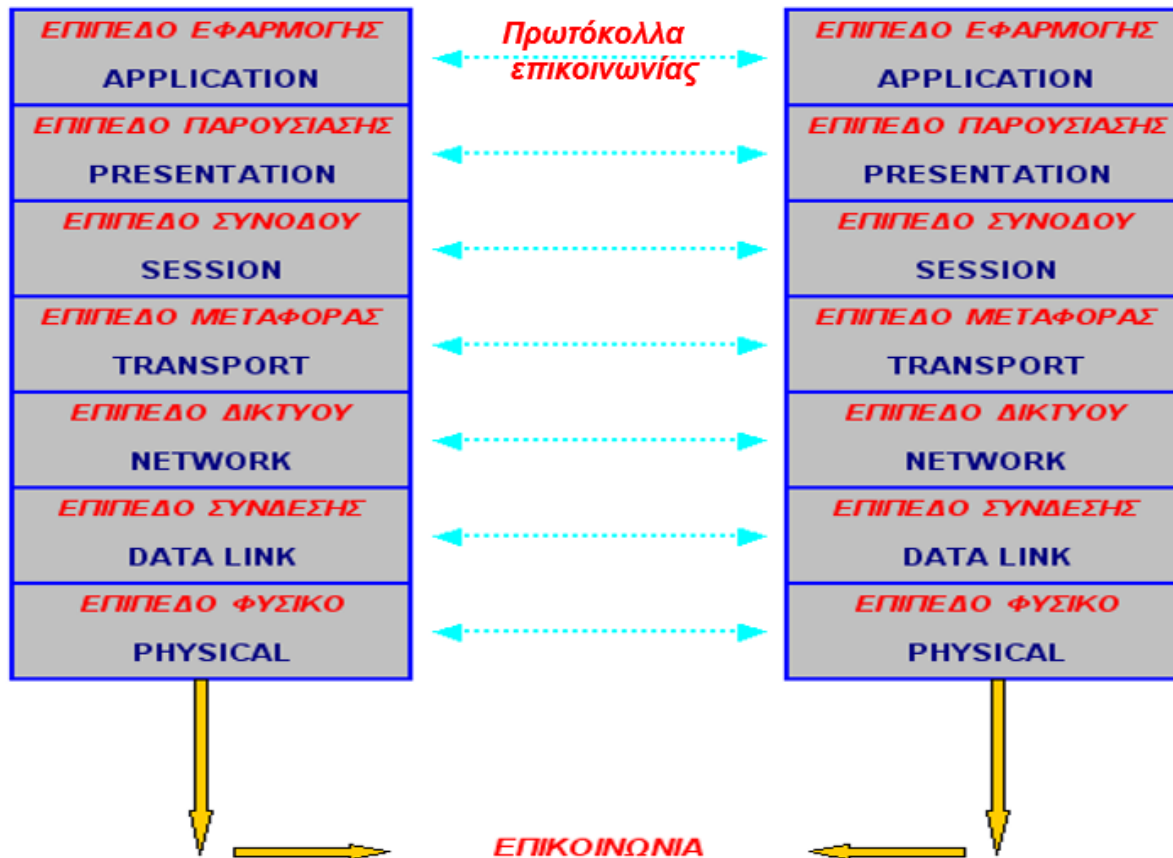
«**Πρωτόκολλο** ένα σύνολο από κανόνες οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο διεκπεραίωσης της επικοινωνίας μεταξύ των ενοτήτων μιας αρχιτεκτονικής ».

Η αρχιτεκτονική του προτύπου OSI δεν είναι βέβαια η μοναδική. Την αξία ενός ενιαίου τρόπου συμπεριφοράς κατά την επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστών, αναγνώρισαν όλες οι κατασκευάστριες εταιρίες υπολογιστών. Στην προσπάθειά τους μάλιστα να τυποποιήσουν τα δικά τους συστήματα ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα συμβατότητας στα ίδια τους τα προϊόντα, ανέπτυξαν τις δικές τους αρχιτεκτονικές όπως π.χ. η IBM την SNA [ System Network Architecture ] κ.λ.π.

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

**Πρότυπο: Open System Interconnection reference model**

**Layering : Επιπεδοποίηση**



# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

## Πρότυπο: *Open System Interconnection reference model*

Το OSI αποτελεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο καθορίζονται οι λεπτομερείς, πλέον, τυποποιήσεις για την επίλυση όλων των επί μέρους προβλημάτων που εμφανίζονται στις επικοινωνίες μεταξύ υπολογιστών από διαφορετικές κατασκευαστικές εταιρίες.

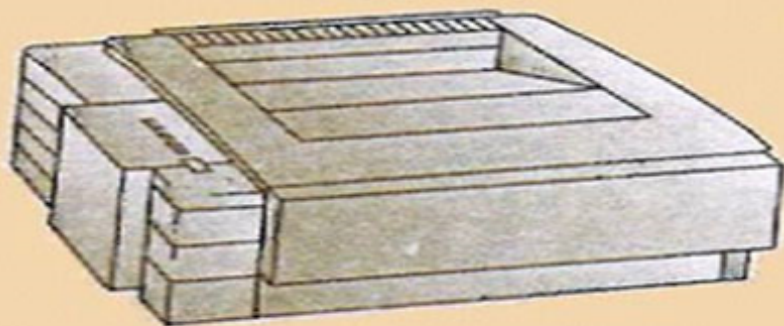
Το πλαίσιο ενός τέτοιου προτύπου, όπως το πρότυπο OSI, απαιτεί τον ακριβή προσδιορισμό αφενός της «Αρχιτεκτονικής» και αφετέρου των «Πρωτοκόλλων Επικοινωνίας» που χρησιμοποιούνται.

7	Application Layer	Human-computer interaction layer, where applications can access the network services
6	Presentation Layer	Ensures that data is in a usable format and is where data encryption occurs
5	Session Layer	Maintains connections and is responsible for controlling ports and sessions
4	Transport Layer	Transmits data using transmission protocols including TCP and UDP
3	Network Layer	Decides which physical path the data will take
2	Data Link Layer	Defines the format of data on the network
1	Physical Layer	Transmits raw bit stream over the physical medium



# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

**‘Το Επίπεδο Εφαρμογής παρέχει στους χρήστες πρόσβαση στις υπηρεσίες δικτύων’**



E-mail , File Transfer , Database Access

## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- ✓ Εξακρίβωση της ταυτότητας των εφαρμογών που θέλουν να επικοινωνήσουν .
- ✓ Επιβεβαίωση της διαθεσιμότητάς τους για συνομιλία .
- ✓ Επιβεβαίωση / έλεγχος στο δικαίωμα συνομιλίας .
- ✓ Συμφωνία στις αρμοδιότητες για το πώς γίνονται οι επανορθωτικές διαδικασίες .
- ✓ Συμφωνία στις διαδικασίες για τον έλεγχο ροής των συναλλαγών και την αξιοπιστία της πληροφορίας

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

*«Το Επίπεδο Παρουσίασης φροντίζει για την κατάλληλη αναπαράσταση των δεδομένων»*

Κωδικοποίηση - Αποκωδικοποίηση

```
01110101001011011
10101001010110010
01001101010111010
01011011101010100
10110101110110101
10010100011000010
01010011110111011
10001010100101001
00001001010010011
10100111110100100
11101101001101001
10100100100111100
```



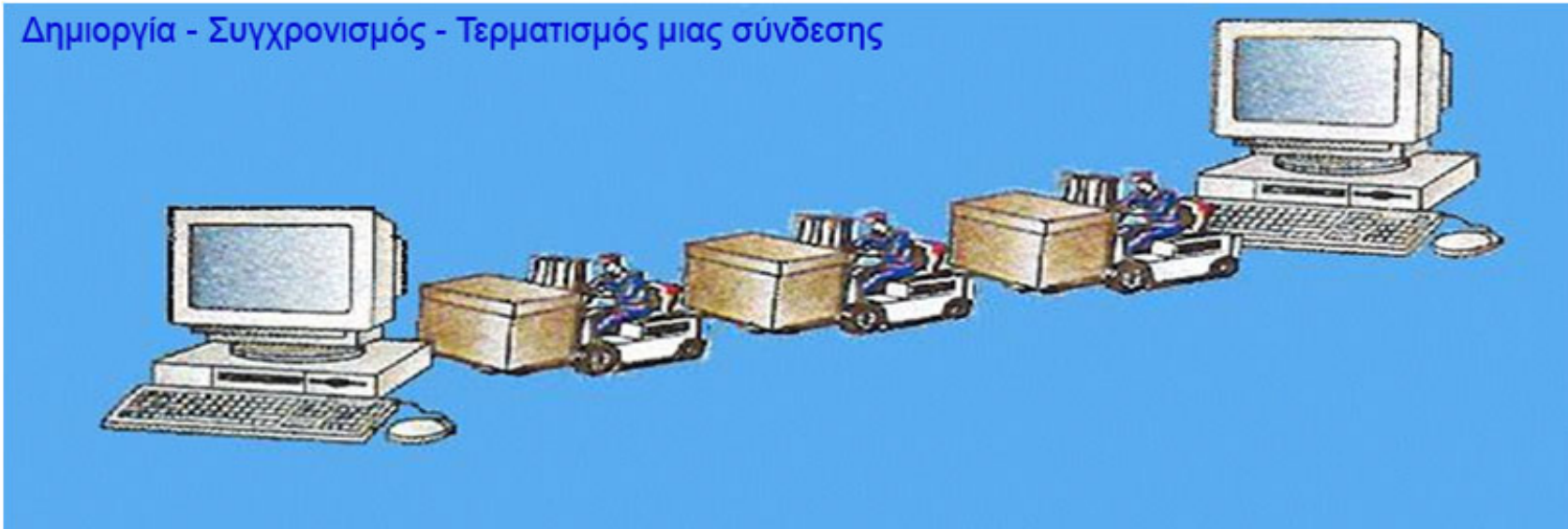
## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- ✓ Μετατροπή σύνταξης δεδομένων .
- ✓ Συμπίεση και αποσυμπίεση δεδομένων .
- ✓ Κρυπτογράφηση για ασφαλή μεταφορά .
- ✓ Μετάφραση κωδικοποίησης πληροφορίας για χρήση σε οθόνες και τερματικά .

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

**« Το Επίπεδο Συνόδου ελέγχει τη διαδικασία της επικοινωνίας, εγκαθιστά, διαχειρίζεται και τερματίζει τις συνδέσεις »**

Δημιουργία - Συγχρονισμός - Τερματισμός μιας σύνδεσης

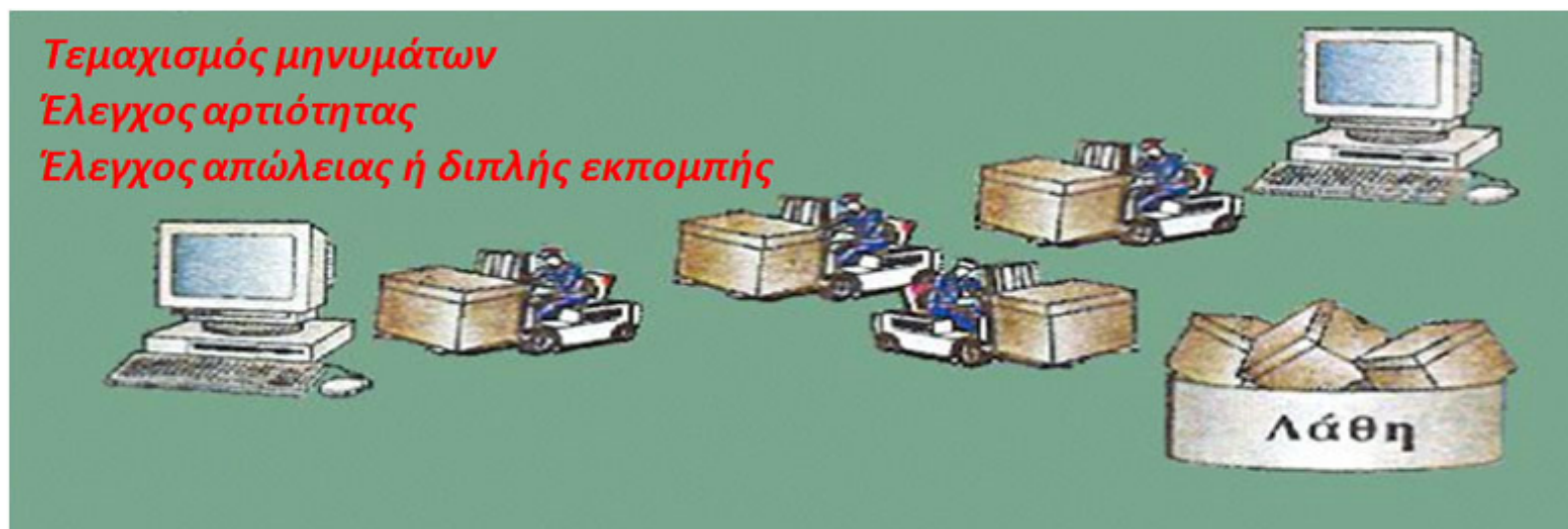


## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- ✓ Έναρξη και συντήρηση του διαλόγου .
- ✓ Διαχείριση και έλεγχος προσπέλασης .
- ✓ Επανορθωτικές διαδικασίες σε επίπεδο διαλόγου .

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

*«Το Επίπεδο Μεταφοράς φροντίζει για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων, για τον από άκρη έλεγχο λαθών και για τον έλεγχο ροής»*



## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

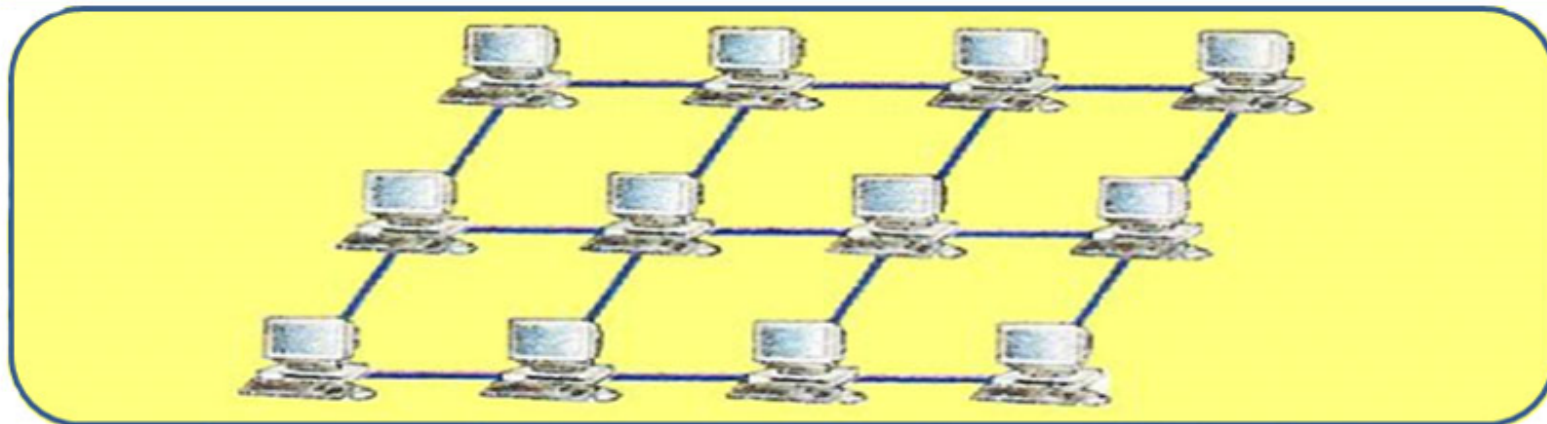
- ✓ Αποκατάσταση και τερματισμός της σύνδεσης σε επίπεδο μεταφοράς .
- ✓ Μετάδοση δεδομένων σύμφωνα με τον απαιτούμενο από τον χρήστη βαθμό αξιοπιστίας .
- ✓ Καθορισμός και επιλογή από τον χρήστη της ποιότητας εξυπηρέτησης της σύνδεσης .
- ✓ Δυνατότητα πολύπλεξης μέσω της ίδιας σύνδεσης .
- ✓ Έλεγχος ροής .



# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

«Το Επίπεδο Δικτύου απομονώνει τα υψηλότερα επίπεδα από τις τεχνολογίες μετάδοσης και μεταγωγής που χρησιμοποιούνται. Φροντίζει για τη μεταφορά των δεδομένων μέσω της κατάλληλης διαδρομής»

Αποδίδει Λογικές Διευθύνσεις και τις μετατρέπει σε Φυσικές Διευθύνσεις



## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

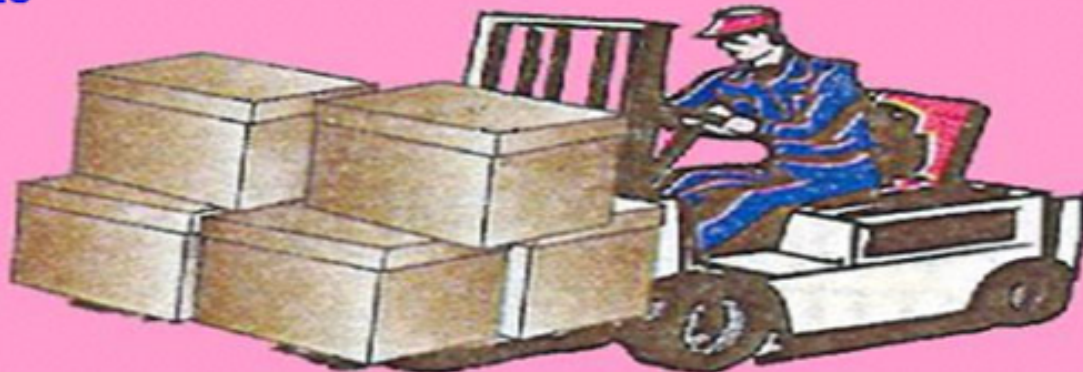
- ✓ Αποκατάσταση και τερματισμός συνδέσεων μεταξύ διαφόρων ακραίων σημείων του δικτύου .
- ✓ Προσδιορισμός των ακραίων σημείων σύνδεσης με χρήση διευθύνσεων .
- ✓ Μεταφορά δεδομένων ( κυρίως σε μορφή πακέτων ) .
- ✓ Απαρίθμηση και έλεγχος σφάλματος .
- ✓ Έλεγχος ροής δεδομένων .

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

«Το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων εξασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά πληροφορίας στη φυσική γραμμή σύνδεσης. Μεταδίδει πλαίσια με τον κατάλληλο συγχρονισμό, έλεγχο λαθών και έλεγχο ροής»

DATA FRAMES

Header  
Trailer



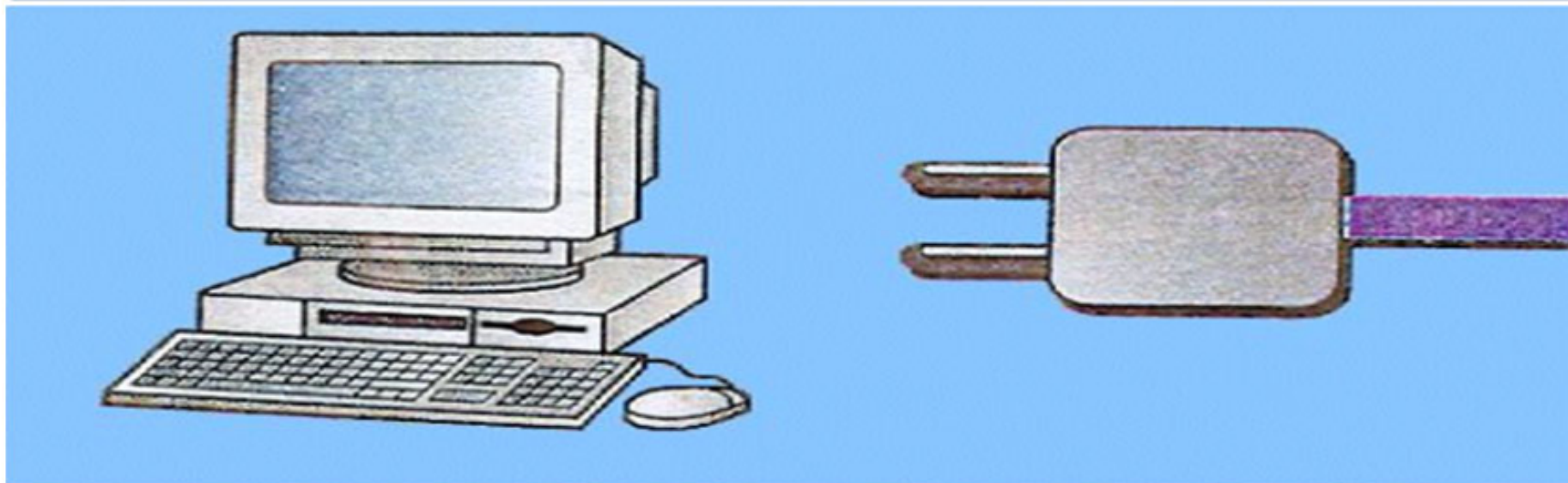
## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- ✓ Αποκατάσταση και απελευθέρωση της ζεύξης δεδομένων .
- ✓ Μεταφορά δεδομένων , αρίθμηση – συγχρονισμός *frame* .
- ✓ Έλεγχος σφαλμάτων και έλεγχος ροής των *block* ή *frame*.

# Εισαγωγή: Μοντέλο επικοινωνίας ISO/OSI

« Το Φυσικό Επίπεδο ασχολείται με θέματα καλωδίωσης και φυσικής μετάδοσης των bits »

Ασχολείται με τα Ηλεκτρικά – Μηχανικά και Λειτουργικά χαρακτηριστικά



## ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ

- ✓ Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της φυσικής σύνδεσης .
- ✓ Μεταφορά των δεδομένων σε μορφή bit σύγχρονα ή ασύγχρονα .
- ✓ Επισήμανση σφαλμάτων μετάδοσης .

## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 8.2**

---

### ***Δίκτυα Profibus DP***



# *Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP*

## **PROFIBUS** **PROcessFieldBUS**

Το Profibus είναι ένα 'ανοιχτό ψηφιακό σύστημα επικοινωνίας' με ευρεία γκάμα εφαρμογών, ειδικά στους τομείς αυτοματισμού της παραγωγής και επεξεργασίας προϊόντων, των μεταφορών και της διανομής ενέργειας.

. Η αρχιτεκτονική του πρωτοκόλλου ενός δικτύου Profibus βασίζεται στο **μοντέλο ISO/OSI** και είναι τυποποιημένο κατά EN 50170, επομένως το profibus είναι ένα 'ανοιχτό ψηφιακό σύστημα επικοινωνίας' με ευρεία γκάμα εφαρμογών, ειδικά στους τομείς των αυτοματισμού της παραγωγής και επεξεργασίας προϊόντων, των μεταφορών και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το Profibus είναι κατάλληλο τόσο για εφαρμογές που απαιτούν **μεγάλη ταχύτητα μετάδοσης** όσο και για εφαρμογές που απαιτούν **πολύπλοκες επικοινωνίες**.

# Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP

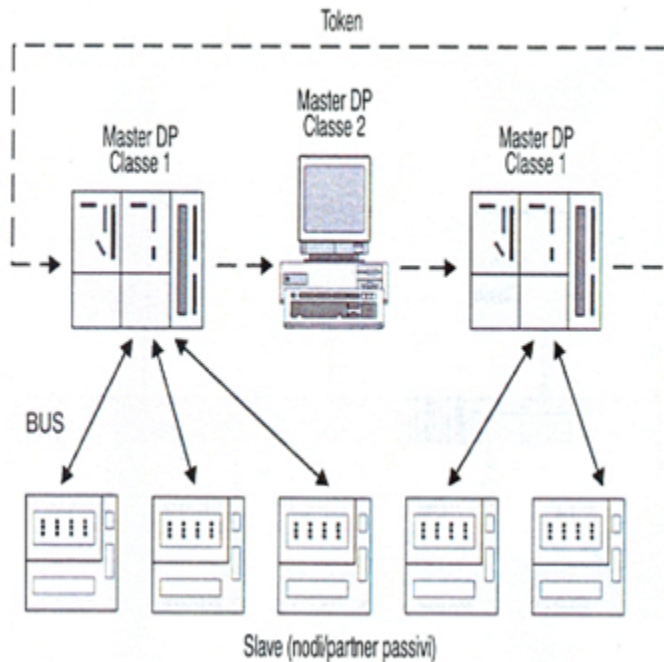
- **Profibus-DP** : Αυτή η έκδοση του Profibus έχει βελτιστοποιηθεί για γρήγορη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συστημάτων αυτοματισμού ( PLC ) και απομακρυσμένων περιφερειακών συσκευών.
  - **1:Φυσικό επίπεδο : Physical Layer [ RS 485 ]**
  - **2:Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων : Data Link Layer [ Field Bus Data Link FDL ]**
- **Profibus-FMS [ Field bus Message Specification ]**: Αυτή η έκδοση του Profibus χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ PLC και άλλων έξυπνων συσκευών (π.χ PC)
  - **1:Φυσικό επίπεδο : Physical Layer**
  - **2:Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων : Data Link Layer**
  - **7:Επίπεδο Εφαρμογής : Application Layer**
- **Profibus-PA** : Το Profibus-PA αναπτύχθηκε κυρίως για τον τομέα Process automation .
  - **1:Φυσικό επίπεδο : Physical Layer**
  - **2:Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων : Data Link Layer**

## Profibus-DP

- επιτρέπει την πολύ γρήγορη ανταλλαγή των δεδομένων με ταχύτητες που μπορούν να φτάσουν και στα 12 Mbit/sec.
- Η χρονική διάρκεια του κύκλου του δικτύου επικοινωνίας (δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για την ανταλλαγή των δεδομένων) πρέπει να είναι μικρότερη από τη χρονική διάρκεια του κύκλου του προγράμματος (scan time). Από την άλλη όμως, θα πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι ένα Profibus-DP δίκτυο δεν χαρακτηρίζεται για τον λεπτομερειακό του έλεγχο στην σωστή μετάδοση των δεδομένων.

# Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP

## Χαρακτηρισμός Συσκευών που Συνδέονται



✓ **ΚΟΜΒΟΣ MASTER DP**

✓ **ΚΟΜΒΟΣ MASTER DP Class 1**

✓ **ΚΟΜΒΟΣ MASTER DP Class 2**

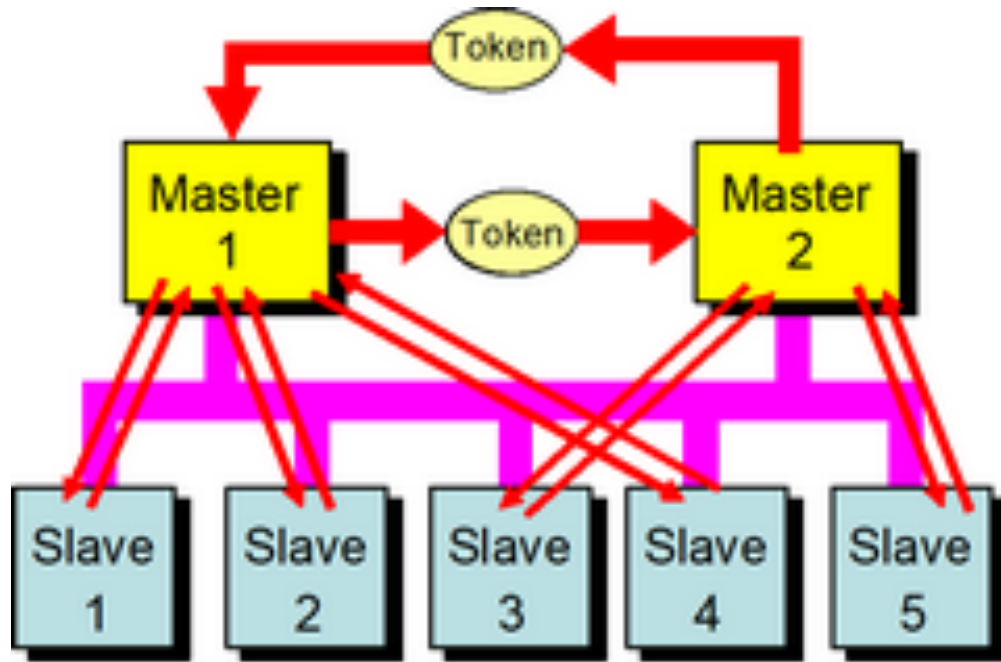
✓ **ΚΟΜΒΟΣ SLAVE DP**

Σε ένα δίκτυο Profibus οι διάφορες συσκευές οι οποίες κουμπώνουν επάνω στο δίκτυο, οι οποίες ονομάζονται και «κόμβοι», χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες στους λεγόμενους κόμβους Master και στους λεγόμενους κόμβους Slave.

Οι κόμβοι **Master Profibus DP** αναλαμβάνουν το έργο της διαχείρισης της κυκλοφορίας των δεδομένων πάνω **στο bus**. Ένας Master που έχει στην κατοχή του το «**token**» (έτσι ονομάζεται το δικαίωμα διαχείρισης του δικτύου) μπορεί να στείλει μηνύματα πάνω στο bus χωρίς να ζητήσει άδεια επικοινωνίας από κανέναν. Οι κόμβοι **Master** στο πρωτόκολλο Profibus χαρακτηρίζονται και ως «**Ενεργοί**» κόμβοι.

# Βιομηχανικά Δίκτυα Επικοινωνίας Profibus DP

## Χαρακτηρισμός Συσκευών που Συνδέονται



Οι κόμβοι Slave Profibus DP δεν έχουν το δικαίωμα διαχείρισης του δικτύου επικοινωνίας επομένως δεν λαμβάνουν ποτέ το «token». Οι κόμβοι Slave μπαίνουν στο δίκτυο μόνο όταν τους ζητηθεί επικοινωνία από έναν κόμβο Master. Οι κόμβοι Slave DP ανταλλάσσουν δεδομένα μόνο με τον Master ο οποίος τους έχει διαμορφώσει στο Hardware Configuration. Οι κόμβοι Slave χαρακτηρίζονται και σαν «παθητικοί» κόμβοι.

Οι κόμβοι Master DP χωρίζεται σε δύο κατηγορίες : **Master DP class 1**: ορίζονται τα PLC του δικτύου τα οποία ανταλλάσσουν κυκλικά με τους Slave DP που τους ανήκουν τα δεδομένα .

**Master DP class 2** : ορίζονται οι συσκευές προγραμματισμού και διάγνωσης που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο.

Χάρη στα χαρακτηριστικά των επιπέδων 1 και 2 τα οποία αναφέρονται στους κόμβους / συνομιλητές Profibus, ένα δίκτυο DP μπορεί ανά πάσα στιγμή να παρουσιάσει μια δομή 'Multimaster'. Σε' ένα καλώδιο (bus) μπορούν να συνδεθούν περισσότεροι σταθμοί Master DP. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να **συνυπάρχουν πάνω στο ίδιο bus Master DP/Slave DP, Master FMS/Slave FMS και επιπλέον κόμβοι / συνομιλητές ενεργοί ή παθητικοί όπως δείχνει η εικόνα.**

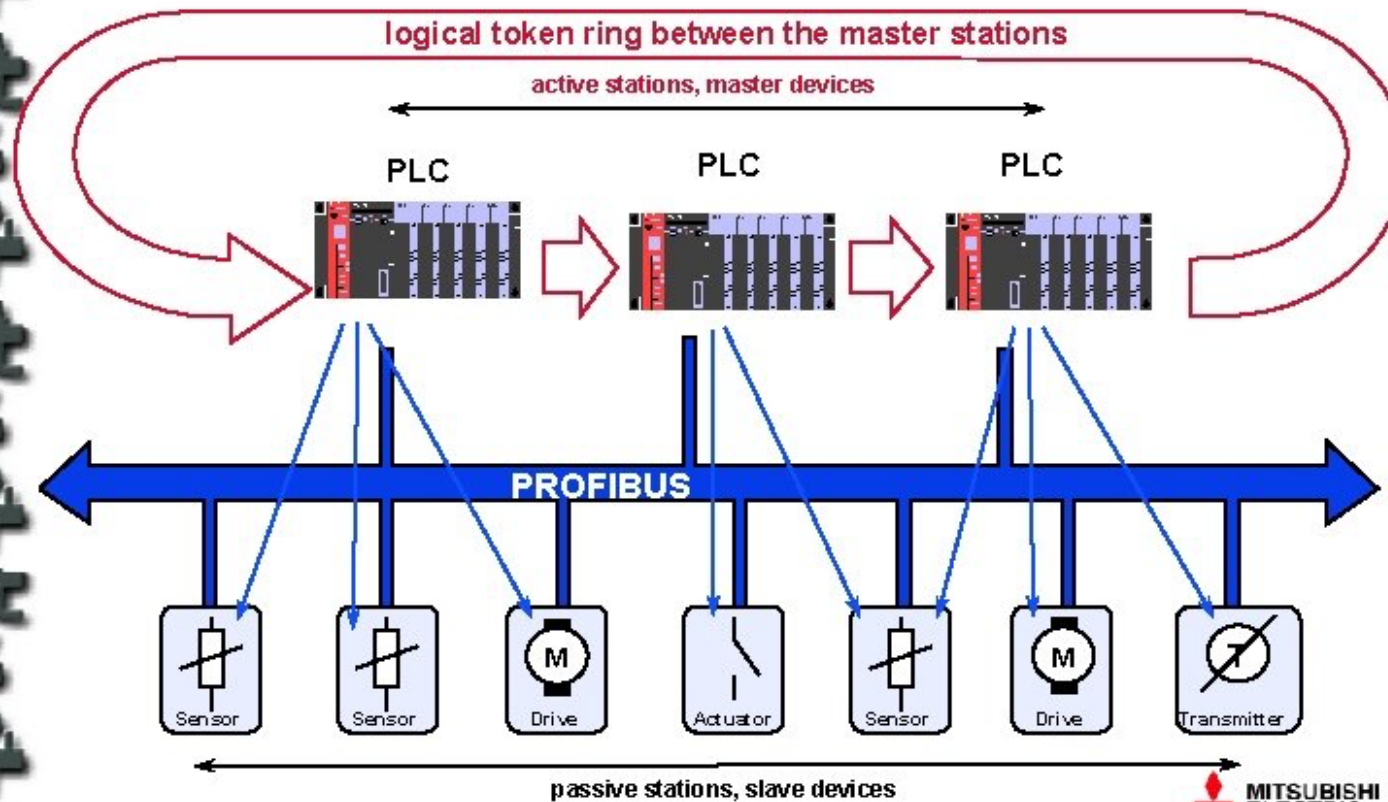
## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 8.3**

***Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας***



Τίτλος: Πως φαντάζεστε την επικοινωνία μεταξύ των μηχανών

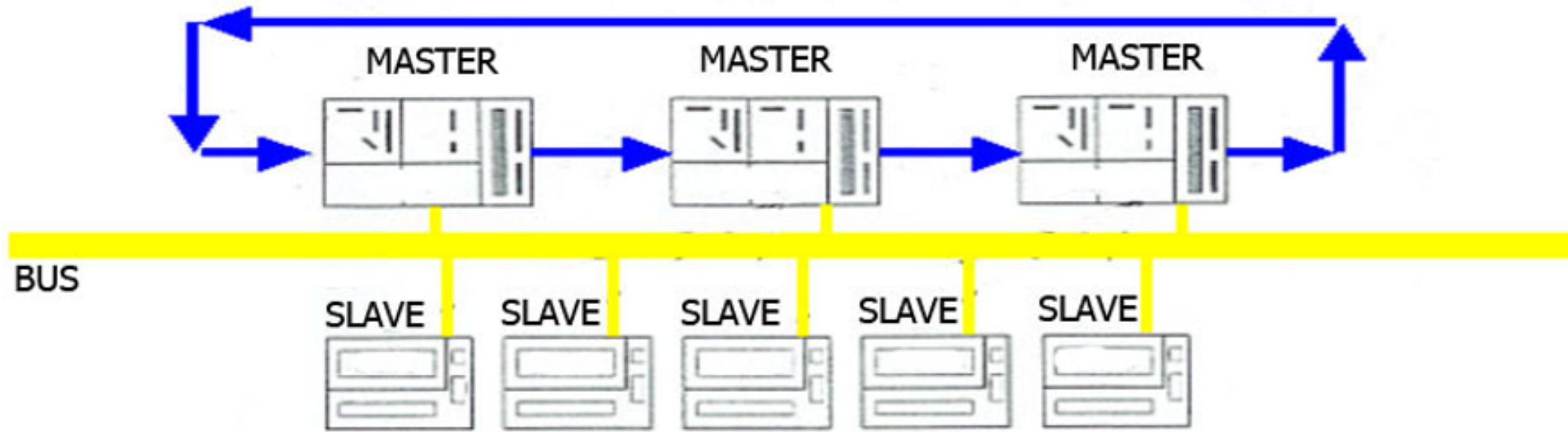
# PROFIBUS - Token Ring



[https://industrialsofting.com/fileadmin/secure/Industrial/White\\_Papers/White\\_Papers\\_English/Implementing\\_PROFIBUS\\_DP\\_Master\\_Functionality\\_by\\_Using\\_FPGAs.pdf](https://industrialsofting.com/fileadmin/secure/Industrial/White_Papers/White_Papers_English/Implementing_PROFIBUS_DP_Master_Functionality_by_Using_FPGAs.pdf)

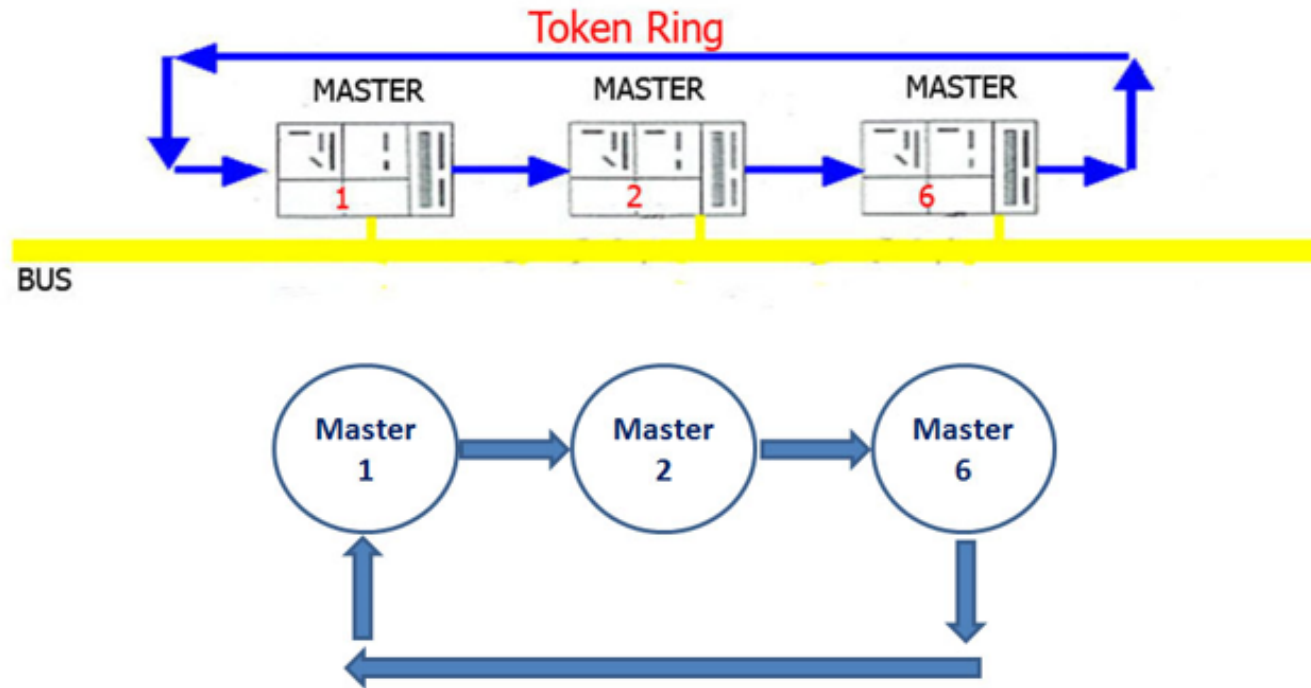
# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

- Μέθοδος ελέγχου *TOKEN – BUS*
- Μέθοδος ελέγχου *MASTER - SLAVE*



# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

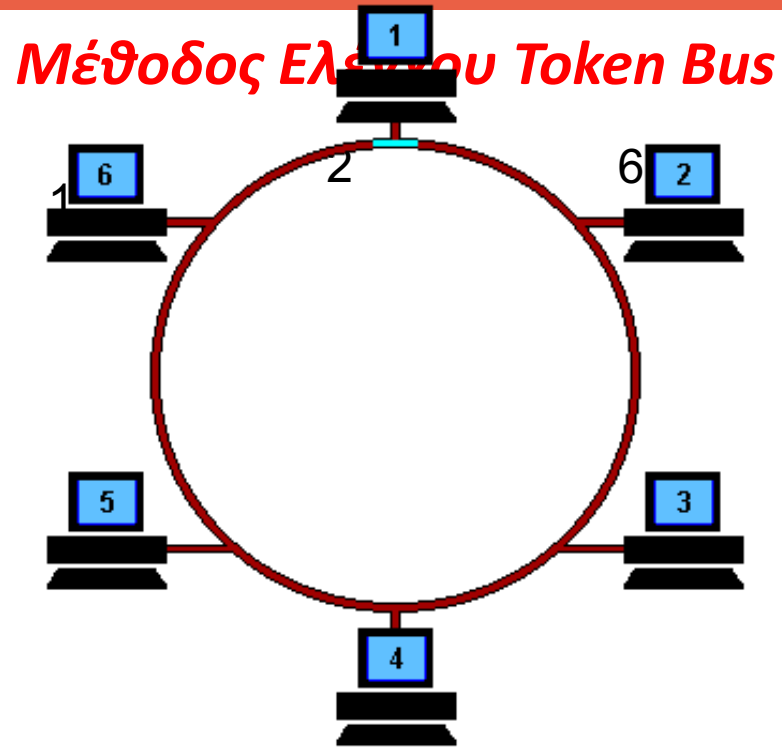
## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus



Σαν « Token Ring » εννοούμε έναν κλειστό δακτύλιο ο οποίος αποτελείται από τους ενεργούς κόμβους / συνομιλητές που είναι συνδεδεμένοι πάνω στο ίδιο δίκτυο . Το 'Token' περνάει από τον έναν ενεργό κόμβο στον άλλο βάσει της λογικής διεύθυνσης Profibus που κατέχει ο καθένας.



# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας



Αυτή η μέθοδος ελέγχου χρησιμοποιείται, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, για την διαχείριση του δικτύου και την επικοινωνία μεταξύ σταθμών οι οποίοι ορίζονται ως Master. Οι ενεργοί κόμβοι / συνομιλητές οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στο bus δημιουργούν με τις λογικές τους Profibus διευθύνσεις (οι οποίες αποτελούν μια αύξουσα αριθμητική διαδοχή) το λεγόμενο λογικό «Token Ring». Οι κόμβοι Master 1, 2, 6 οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι σ' ένα Profibus δίκτυο και σχηματίζουν μεταξύ τους το λογικό «token ring». Σαν 'token ring' εννοούμε μια λογική διαδοχή η οποία αποτελείται από τις Profibus διευθύνσεις των ενεργών κόμβων / συνομιλητών.

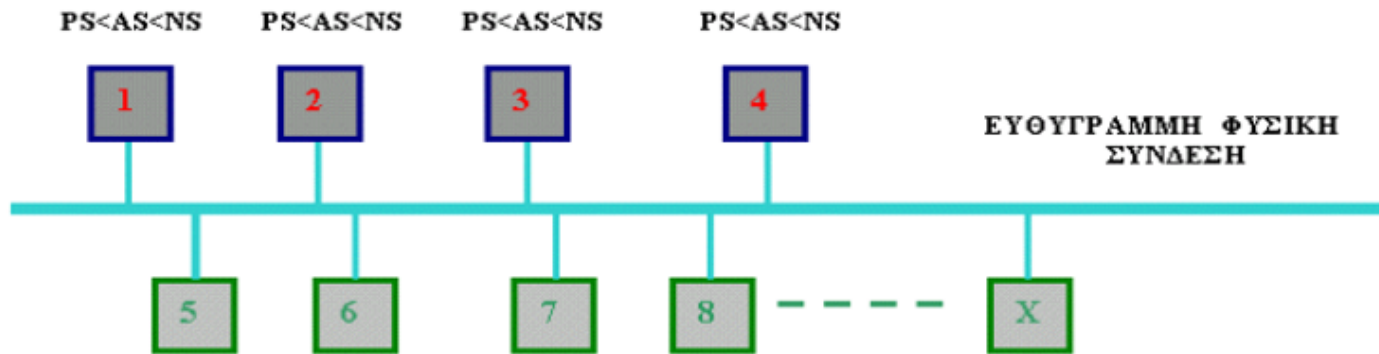
Το 'token' και επομένως το «Δικαίωμα πρόσβασης – διαχείρισης» του δικτύου περνάει από τον έναν ενεργό κόμβο στον άλλον με ένα ειδικό τηλεγράφημα το οποίο λέγεται 'Τηλεγράφημα Token'. Κάθε ενεργός κόμβος / συνομιλητής ο οποίος λαμβάνει το τηλεγράφημα 'token', αφού εκπληρώσει τις δικές του ανάγκες, όσον αφορά τα θέματα επικοινωνίας, το στέλνει στον ενεργό κόμβο / συνομιλητή ο οποίος έχει την αμέσως επόμενη μεγαλύτερη λογική διεύθυνση Profibus. Εξαίρεση σ' αυτόν τον κανόνα γίνεται μόνο για τον ενεργό κόμβο / συνομιλητή ο οποίος κατέχει την μεγαλύτερη Profibus λογική διεύθυνση. Αυτός ο κόμβος / συνομιλητής στέλνει το τηλεγράφημα 'token' στον ενεργό κόμβο / συνομιλητή ο οποίος κατέχει τη μικρότερη Profibus λογική διεύθυνση και μ' αυτόν τον τρόπο κλείνει ο λογικός δακτύλιος token.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ‘LAS’ :List of Active Stations

Ο μηχανισμός πρόσβασης στο Bus , ο οποίος λέγεται και « Medium Access Control » κατά την φάση εκκίνησης προσδιορίζει τις λογικές διευθύνσεις όλων των ενεργών κόμβων / συνομιλητών , οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στο Bus και τις καταγράφει σε έναν κατάλογο ο οποίος ονομάζεται «LAS»



- «Actual Station» [AS]
- «Previous Station» [PS]
- «Next Station» [NS]

το ‘Token’ περνάει από τον έναν ενεργό κόμβο στον άλλο βάσει της λογικής διεύθυνσης Profibus που κατέχει ο καθένας. Είναι λοιπόν σημαντικό για την διαχείριση του «Token» κάθε σταθμός να έχει καταγεγραμμένες τις εξής λογικές διευθύνσεις:

‘Actual Station’ (AS): είναι η λογική διεύθυνση Profibus την οποία κατέχει ο ίδιος ο σταθμός (τρέχον σταθμός).

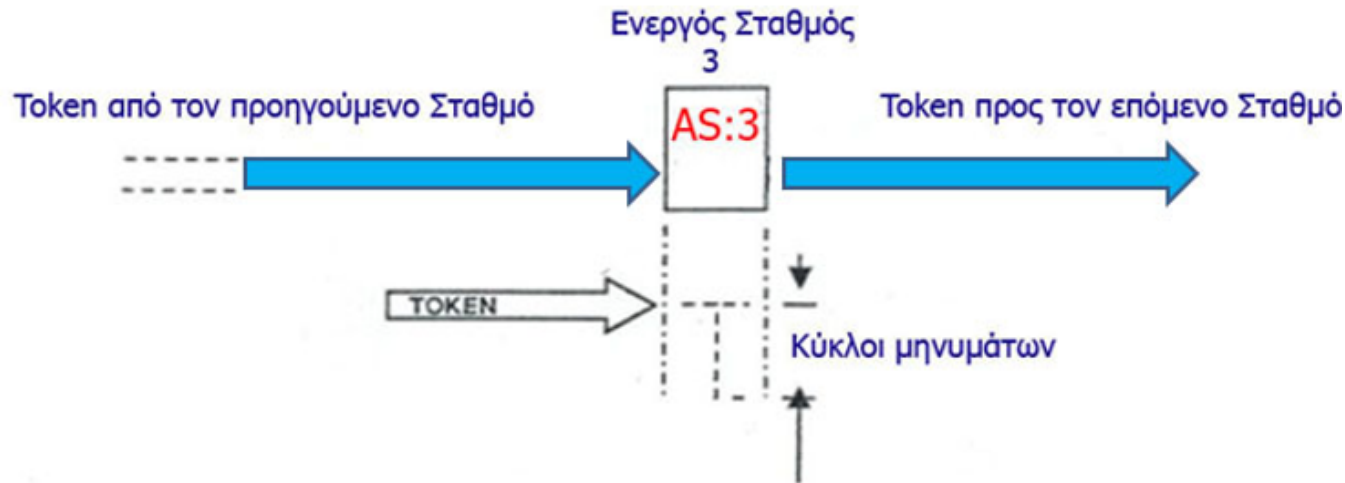
‘Previous Station’ (PS): είναι η λογική διεύθυνση Profibus του αμέσως προηγούμενου ενεργού σταθμού.

‘Next Station’ (NS): είναι η λογική διεύθυνση Profibus του αμέσως επόμενου ενεργού σταθμού.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ΛΗΨΗ ΤΟΥ TOKEN



### LAS του Σταθμού

AS :3	Διεύθυνση ACTUAL STATION
PS :2	Διεύθυνση PREVIOUS STATION

Όταν ένας ενεργός σταθμός (AS) λάβει ένα τηλεγράφημα 'token' το οποίο απευθύνεται σ' αυτόν, ο σταθμός ο οποίος το έστειλε καταγράφεται στην LAS του AS σταθμού σαν προηγούμενος σταθμός (PS) (previous station). Εάν ο σταθμός που στέλνει το 'token' δεν ήταν καταγεγραμμένος σαν προηγούμενος σταθμός (PS) στην LAS του παραλήπτη, τότε την πρώτη φορά, ο παραλήπτης θεωρεί ότι έχει γίνει κάποιο λάθος και δεν παραλαμβάνει το τηλεγράφημα. Η παραλαβή του τηλεγραφήματος 'token' γίνεται δεκτή όταν επαναληφθεί το τηλεγράφημα από τον ίδιο (PS) σταθμό και ταυτόχρονα γίνεται διόρθωση της λίστας LAS του σταθμού παραλήπτη (AS). Με τη δεύτερη προσπάθεια ο σταθμός AS θεωρεί ότι έγινε μεταβολή στον λογικό δακτύλιο και επομένως αντικαθιστά στην LAS την αρχική διεύθυνση του PS σταθμού με τη νέα διεύθυνση απ' όπου παραλαμβάνει το τηλεγράφημα 'token'.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ΑΠΟΣΤΟΛΗ TOKEN



### LAS του Σταθμού

AS	4	Διεύθυνση ACTUAL STATION
NS	5	Διεύθυνση NEXT STATION

Όταν ένας ενεργός σταθμός έχει ολοκληρώσει τον δικό του κύκλο αποστολής μηνυμάτων, πρέπει να στείλει το τηλεγράφημα 'token' στον επόμενο σταθμό. Ο ενεργός σταθμός AS (παρών σταθμός) στείλει το τηλεγράφημα 'token' στον επόμενο ενεργό σταθμό NS (επόμενος σταθμός), αυτός παραμένει στο δίκτυο και αφουγκράζεται για να δει εάν η αποστολή 'token' ολοκληρώθηκε ή όχι. Εάν ο σταθμός AS (παρών σταθμός) μέσα σ' ένα χρονικό διάστημα (σταθερό) λάβει σωστό μήνυμα επικύρωσης της παραλαβής του 'token' από τον επόμενο σταθμό NS τότε θεωρεί ότι το 'token' έφτασε στον προορισμό του αλλιώς θεωρεί ότι κάποιος άλλος ενεργός σταθμός μεταδίδει. Δεν ασχολείται με την αποστολή του 'token' και μπαίνει σε κατάσταση 'Active Idle'.

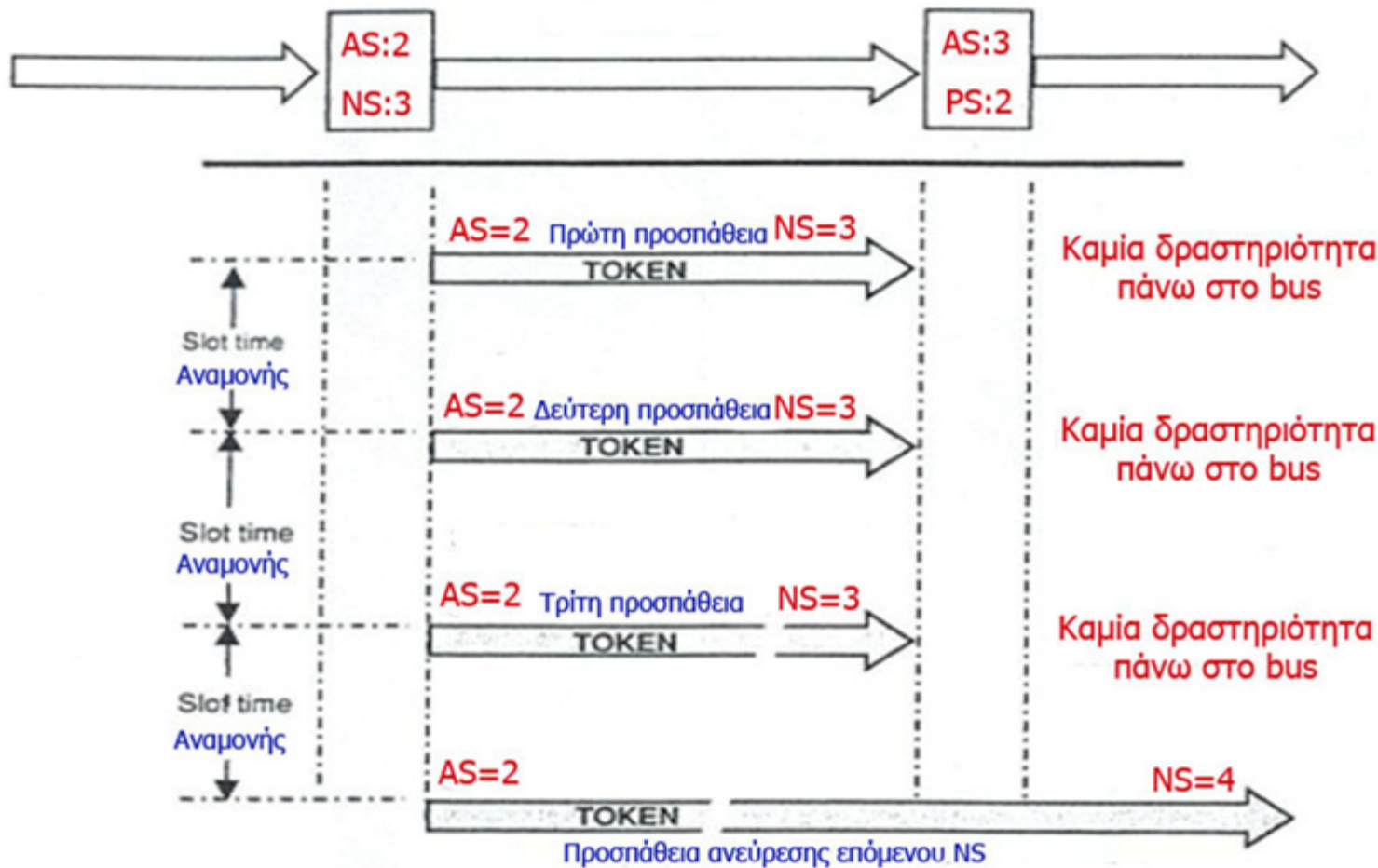
Αν το Token δεν αφουγκραστεί καμία δραστηριότητα πάνω στο bus μέσα σε έναν σταθερό χρόνο επαναδραστηριοποιείται και ξαναστέλνει το Token. Εάν δεν αντιληφθεί δραστηριότητα σταματάει αλλιώς προσπαθεί για τρίτη και τελευταία φορά να στείλει το Token στον ίδιο παραλήπτη.



# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ΑΠΟΤΥΧΗΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΟΛΗ ΤΟΥ 'TOKEN'



Εάν ο σταθμός «αποστολέας» AS (παρών σταθμός), όταν αφουγκράζεται το δίκτυο, δεν εντοπίσει καμιά μετάδοση μέσα σ' ένα σταθερό χρονικό διάστημα τότε επαναλαμβάνει την αποστολή του τηλεγραφήματος που περιέχει το 'token' στον ίδιο NS σταθμό και περιμένει. εάν και πάλι δεν εντοπίσει μήνυμα στο δίκτυο τότε επαναλαμβάνει την προσπάθεια για τρίτη και τελευταία φορά για τον ίδιο NS σταθμό. Εάν και η τρίτη προσπάθεια αποτύχει τότε στέλνει το τηλεγράφημα 'token' στον επόμενο σταθμό ο οποίος βρίσκεται στη λίστα LAS και αυτός ο σταθμός θα οριστεί πλέον ως NS σταθμός. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου εντοπιστεί ένας ενεργός σταθμός ο οποίος να παραλάβει το 'token' αλλιώς ο AS (παρών σταθμός) κρατάει το 'token' θεωρώντας ότι έχει μείνει ο μόνος ενεργός σταθμός στο λογικό δακτύλιο 'token ring'.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ΠΡΟΣΘΗΚΗ Η ΑΠΑΛΟΙΦΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΣΤΟ 'TOKEN RING'



**ΑΙΤΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ FDL : ΕΤΟΙΜΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΛΟΓΙΚΟ ΔΑΚΤΥΛΙΟ**  
**: ΑΝΕΤΟΙΜΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ**  
**: ΠΑΘΗΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ**

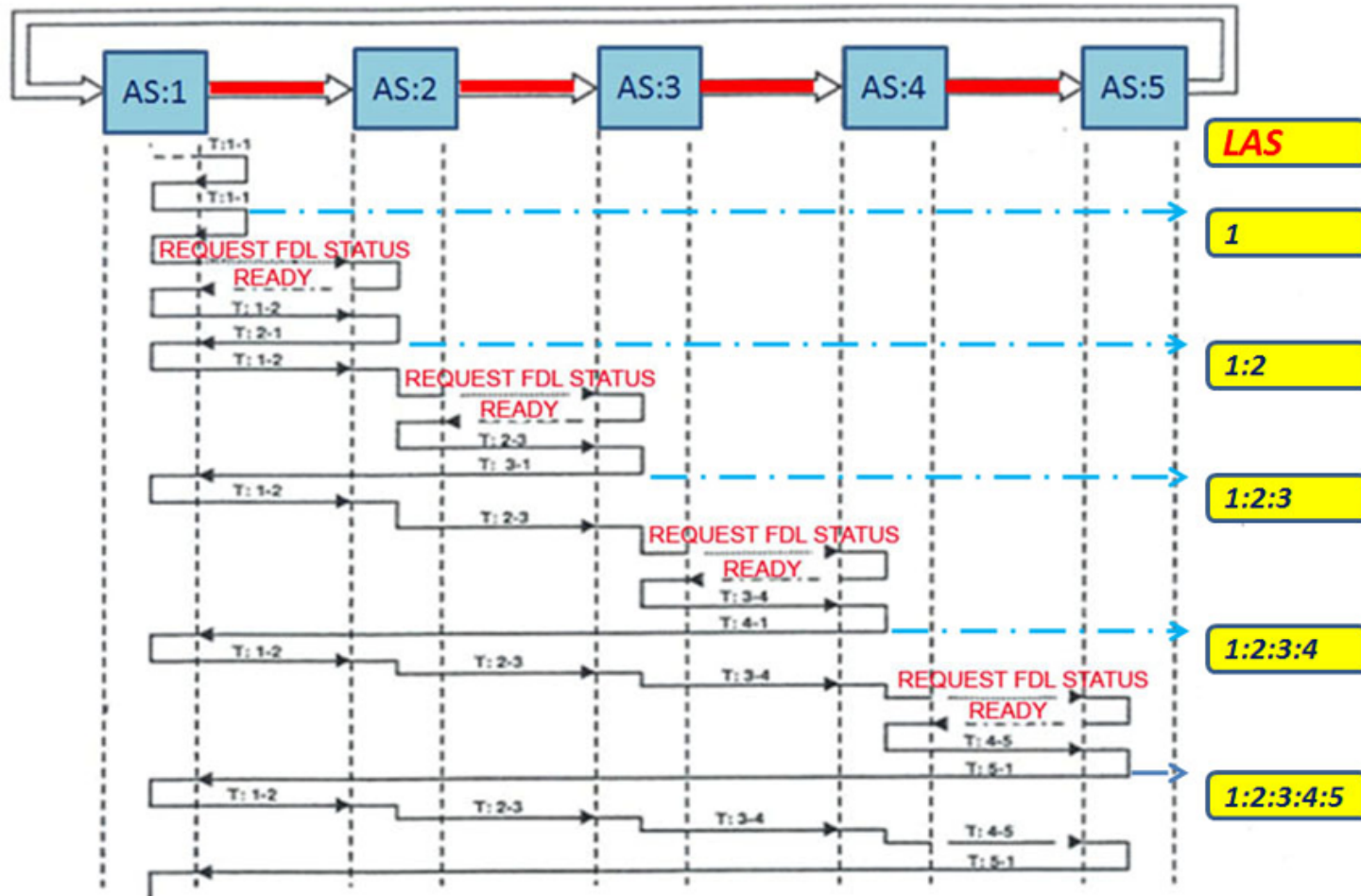
Κάθε φορά που παραλαμβάνεται το «Token» γίνεται έλεγχος στην λογική διεύθυνση Profibus του προηγούμενου και επόμενου Σταθμού.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ TOKEN RING

REQUEST FDL STATUS

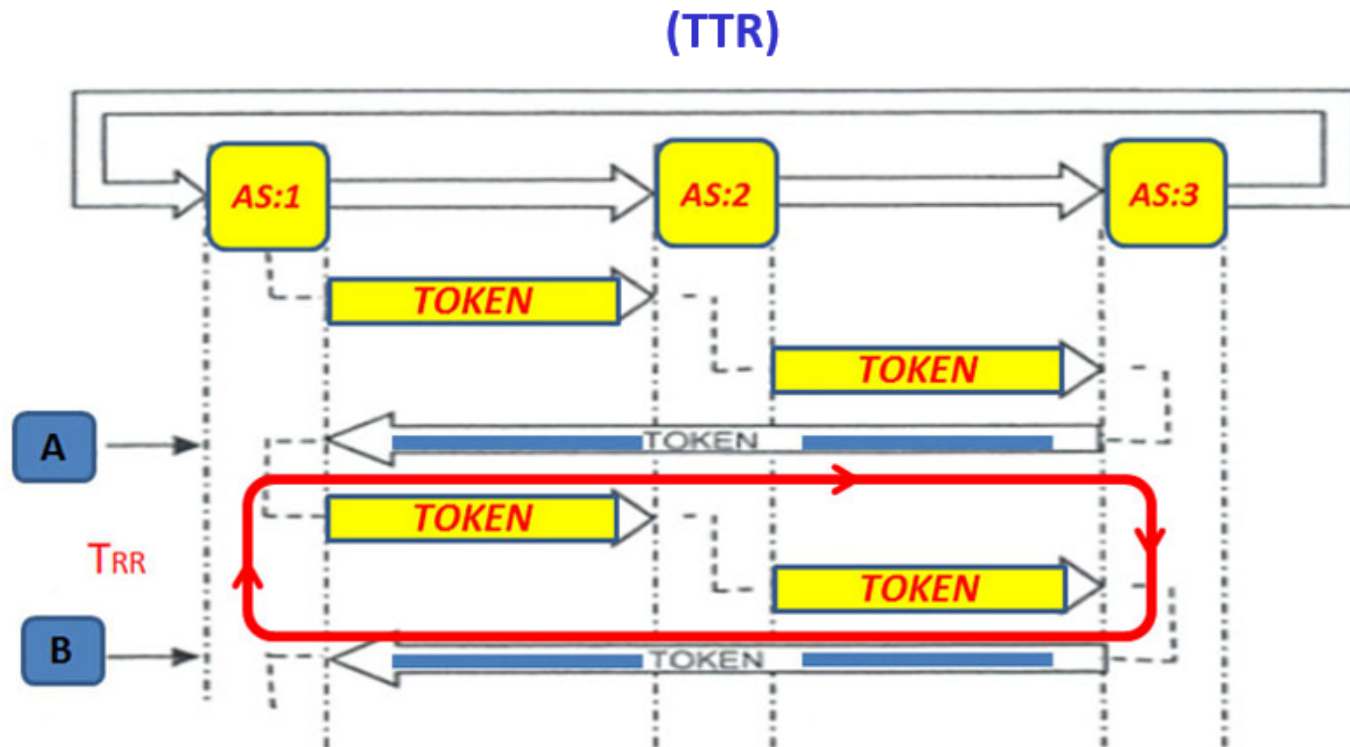


Η εκκίνηση του 'Token Ring' γίνεται από τον σταθμό με την μικρότερη λογική διεύθυνση. Αυτός ο σταθμός στέλνει ένα μήνυμα που περιέχει το 'Token' στον εαυτό του και κάνοντας αυτό ενημερώνει τους υπόλοιπους ενεργούς σταθμούς ότι είναι προς το παρόν ο μόνος σταθμός που βρίσκεται στον 'Λογικό Δακτύλιο'. Κατόπιν στέλνει πάνω στο δίκτυο το μήνυμα 'REQUEST FDL STATUS' στις επόμενες λογικές διευθύνσεις με σειρά κατ' αύξοντα τρόπο. Εάν ένας ενεργός σταθμός απαντήσει 'NOT READY' τότε καταγράφεται στη λίστα GAPL. Ο πρώτος ενεργός σταθμός ο οποίος θα απαντήσει 'READY FOR THE LOGICAL RING' καταγράφεται στη λίστα LAS σαν επόμενος σταθμός (NS). Η διαδικασία αυτή συνεχίζεται έως ότου καταγραφούν στη λίστα LAS όλοι οι υπάρχοντες ενεργοί σταθμοί.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### REAL ROTATION TIME (TRR) & TARGET ROTATION TIME



- «Real Rotation Time» συμβολίζεται **TRR**: και είναι ο πραγματικός χρόνος που χρειάζεται για έναν ολόκληρο γύρο του «Token» από τους ενεργούς κόμβους / συνομιλητές
- «Target Rotation Time» συμβολίζεται **TTR**

A: Σημείο εκκίνησης για τη χρονομέτρηση του πραγματικού χρόνου περιστροφής του 'token'

B: Σημείο σταματήματος της χρονομέτρησης

Το αποτέλεσμα της χρονομέτρησης μας δίνει το TRR.

Ο πραγματικός χρόνος που χρειάζεται για έναν ολόκληρο γύρο του 'Token' από τους ενεργούς κόμβους / συνομιλητές ορίζεται σαν 'Real Rotation Time' και συμβολίζεται TRR.

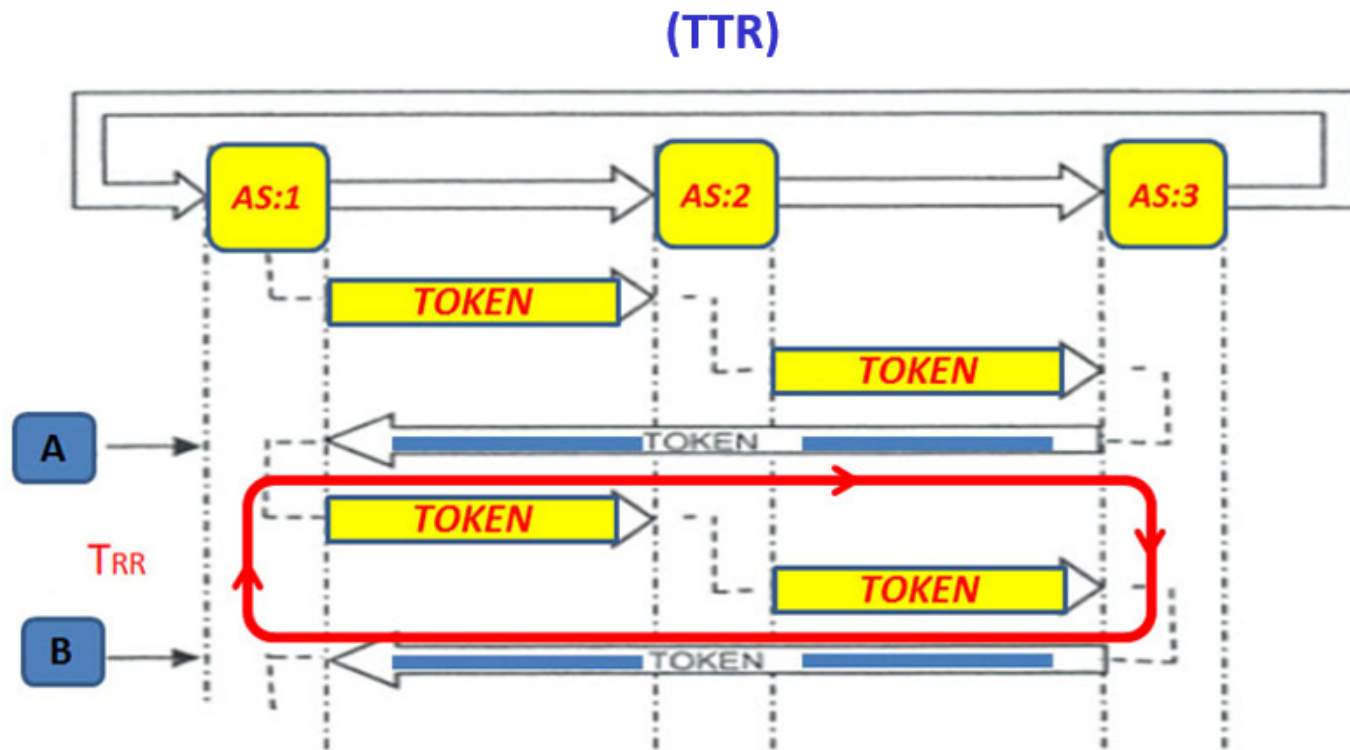
Η παράμετρος που ορίζεται σαν 'Target Rotation Time' και συμβολίζεται με TTR είναι ο μέγιστος επιτρεπτός χρόνος μέσα στον οποίο πρέπει να ολοκληρώσει ένα γύρο το 'Token' περνώντας από όλους τους σταθμούς.



# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Token Bus

### REAL ROTATION TIME (TRR) & TARGET ROTATION TIME



- «Real Rotation Time» συμβολίζεται **TRR**: και είναι ο πραγματικός χρόνος που χρειάζεται για έναν ολόκληρο γύρο του «Token» από τους ενεργούς κόμβους / συνομιλητές
- «Target Rotation Time» συμβολίζεται **TTR**

Αυτή η παράμετρος ορίζεται ή από τον Editor του προγράμματος (υπολογίζοντας τους σταθμούς που έχουμε προγραμματίσει για το δίκτυο), ή από τον χρήστη ο οποίος όμως πρέπει να έχει μεγάλη εμπειρία.

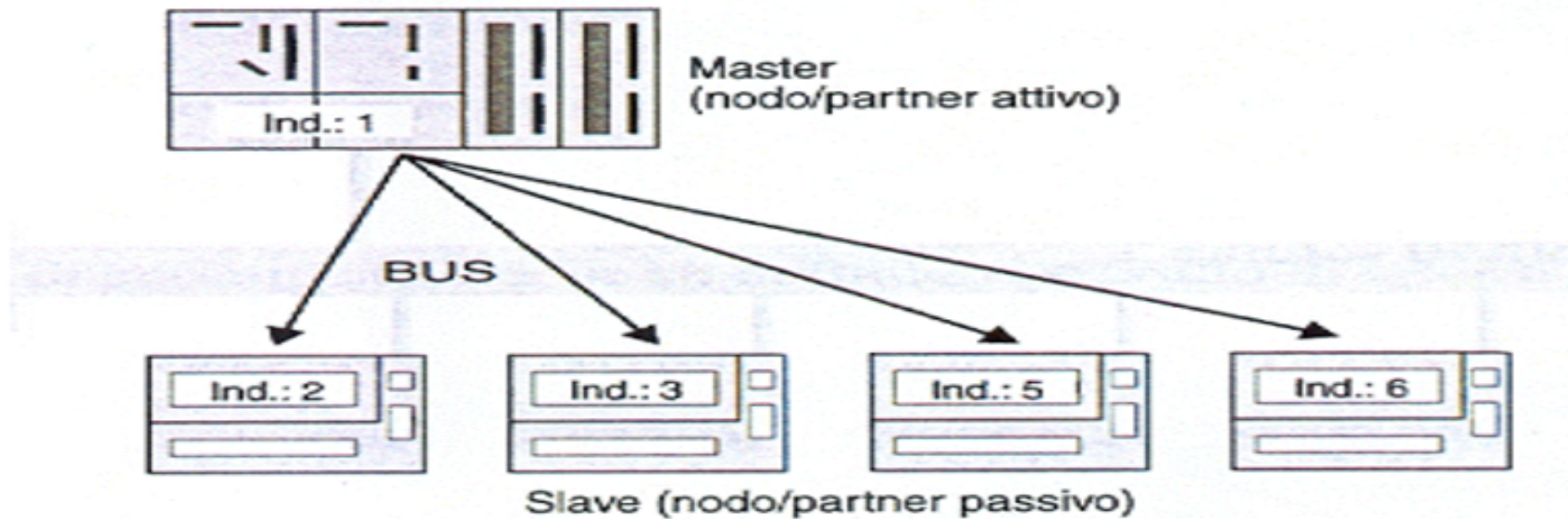
Όταν ένας ενεργός σταθμός λάβει το 'Token' εκτελεί την αποστολή μηνυμάτων με 'Υψηλή προτεραιότητα'. Η εκτέλεση αυτής της αποστολής είναι ανεξάρτητη από το χρόνο **TRR**.

Η αποστολή μηνυμάτων με 'Χαμηλή προτεραιότητα' μπορεί να εκτελεσθεί μόνο εφόσον ο χρόνος TRR είναι μικρότερος από τον χρόνο TTR. Εάν δεν ισχύει αυτό τότε τα μηνύματα με 'Χαμηλή προτεραιότητα' που υπολείπονται προς αποστολή περιμένουν τον επόμενο γύρο του 'Token'.

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Master - Slave

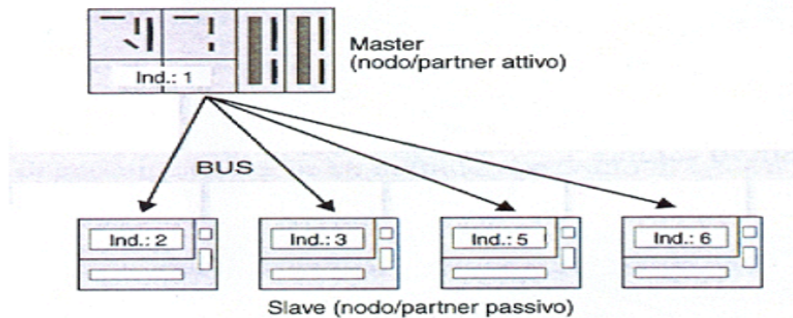
Εάν ο 'Λογικός Δακτύλιος' του Token απαρτίζεται από έναν μόνο ενεργό σταθμό και πάνω στο bus είναι συνδεδεμένοι διάφοροι άλλοι παθητικοί κόμβοι / συνομιλητές τότε τη διαχείριση του δικτύου την έχει αποκλειστικά ο ενεργός σταθμός.



# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Master - Slave

Εάν ο 'Λογικός Δακτύλιος' του Token απαρτίζεται από έναν μόνο ενεργό σταθμό και πάνω στο bus είναι συνδεδεμένοι διάφοροι άλλοι παθητικοί κόμβοι / συνομιλητές τότε τη διαχείριση του δικτύου την έχει αποκλειστικά ο ενεργός σταθμός.



Εάν ο 'Λογικός Δακτύλιος' του Token απαρτίζεται από έναν μόνο ενεργό σταθμό και πάνω στο bus είναι συνδεδεμένοι διάφοροι άλλοι παθητικοί κόμβοι / συνομιλητές τότε τη διαχείριση του δικτύου την έχει αποκλειστικά ο ενεργός σταθμός.

Ο τρόπος διαχείρισης του δικτύου από τον ενεργό σταθμό λέγεται 'Μέθοδος Master-Slave'. Αυτή η μέθοδος επιτρέπει στον ενεργό σταθμό, ο οποίος ονομάζεται 'Master', όταν κατέχει το 'Token' να στέλνει / και να παίρνει πληροφορίες από όλους τους παθητικούς κόμβους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι στο bus και έχουν ορισθεί σαν κόμβοι Slave του ενεργού σταθμού. Όλοι οι Slave σταθμοί 'Ανακρίνονται' με κυκλική σειρά βάση των διευθύνσεων Profibus που έχουν και κατ' αύξοντα τρόπο.

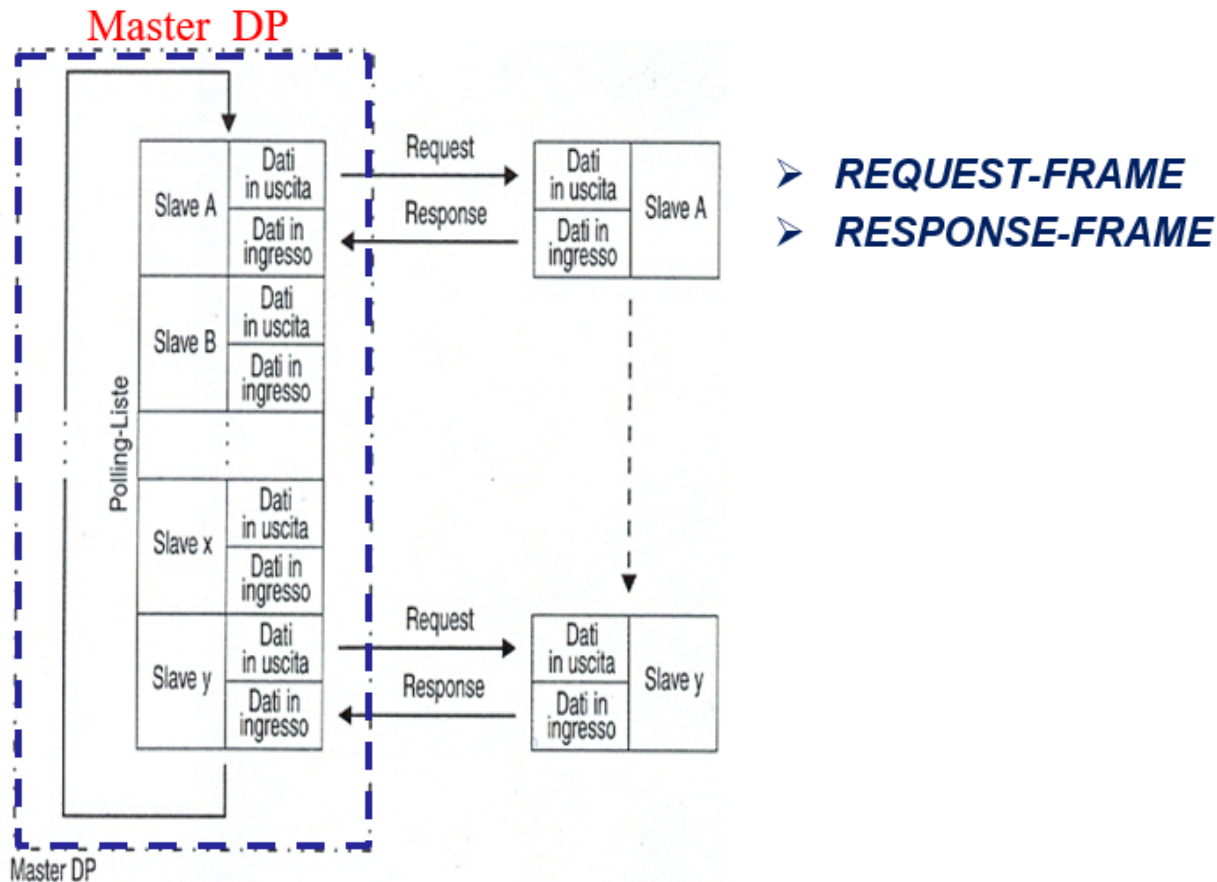
Μια τυπική διαμόρφωση DP δομικά αποτελείται από έναν μόνο ενεργό σταθμό ο οποίος λέγεται 'Master'

# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Master - Slave

### POLLING LIST

Οι κόμβοι Slave DP «Ανακρίνονται» από τον κόμβο Master DP βάση μιας «Ανακριτικής Λίστας», η οποία λέγεται «Polling List»



Οι κόμβοι Slave DP 'Ανακρίνονται' από τον Master DP βάση μιας 'Ανακριτικής λίστας' η οποία λέγεται 'Polling List'. Τα 'Δεδομένα' ανταλλάσσονται κυκλικά μεταξύ του Master DP και των Slave DP χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψη το περιεχόμενο των δεδομένων.

Ένας κύκλος πληροφοριών μεταξύ του Master DP και ενός Slave DP αποτελείται από ένα τηλεγράφημα ζήτησης από τον Master DP προς τον Slave DP, το οποίο λέγεται REQUEST-FRAME και από το αντίστοιχο τηλεγράφημα απάντησης από τον Slave DP προς τον Master DP, το οποίο λέγεται RESPONSE-FRAME. Στην εικόνα δίνεται η αρχή λειτουργίας της επεξεργασίας της Polling List από τον Master DP.

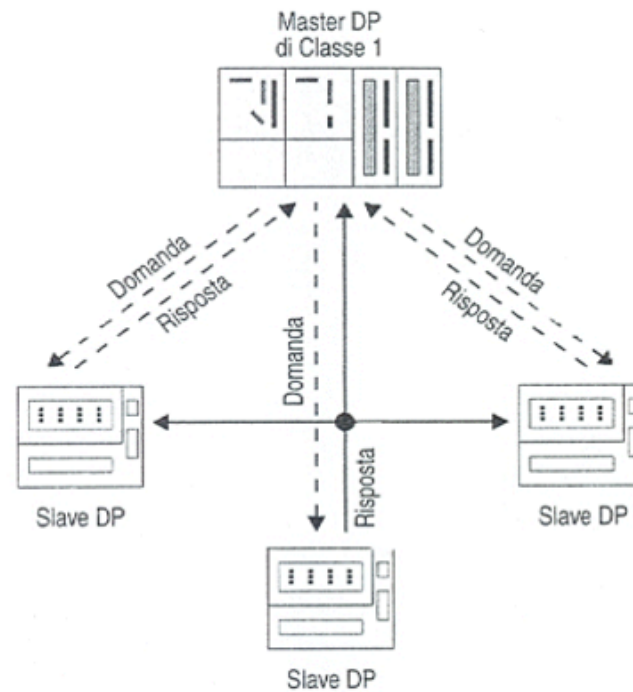
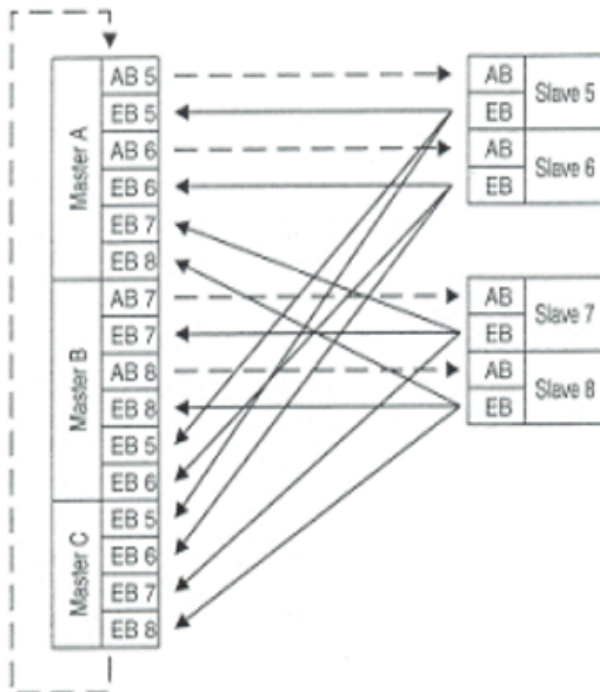


# Μέθοδος ελέγχου του Δικτύου Επικοινωνίας

## Μέθοδος Ελέγχου Master - Slave

«Πλευρική» επικοινωνία

Απαντητικό τηλεγράφημα : One to one  
Απαντητικό τηλεγράφημα : One to many



στο δίκτυο Profibus DP υπάρχει η δυνατότητα της λεγόμενης 'Πλευρικής' επικοινωνίας. Όταν έχουμε 'Πλευρική' επικοινωνία ο Slave DP απαντά στον Master DP όχι με ένα τηλεγράφημα τύπου 'One-to-One' (Slave-Master) αλλά με ένα ειδικό τηλεγράφημα τύπου 'One-to-Many' (Slave-nn ).

Έτσι τα δεδομένα των εισόδων (μόνο για τις εισόδους ισχύει) ενός Slave τα οποία περιέχονται στο απαντητικό τηλεγράφημα είναι στη διάθεση όχι μόνο του Master στον οποίο ανήκει ο Slave αλλά και στους υπόλοιπους ενεργούς κόμβους που είναι συνδεδεμένοι πάνω στο bus. Αυτού του είδους ανταλλαγής πληροφοριών μπορούμε να την έχουμε και μεταξύ των Slave όταν αυτοί είναι έξυπνοι Slave όπως δείχνει η δεξιά εικόνα .

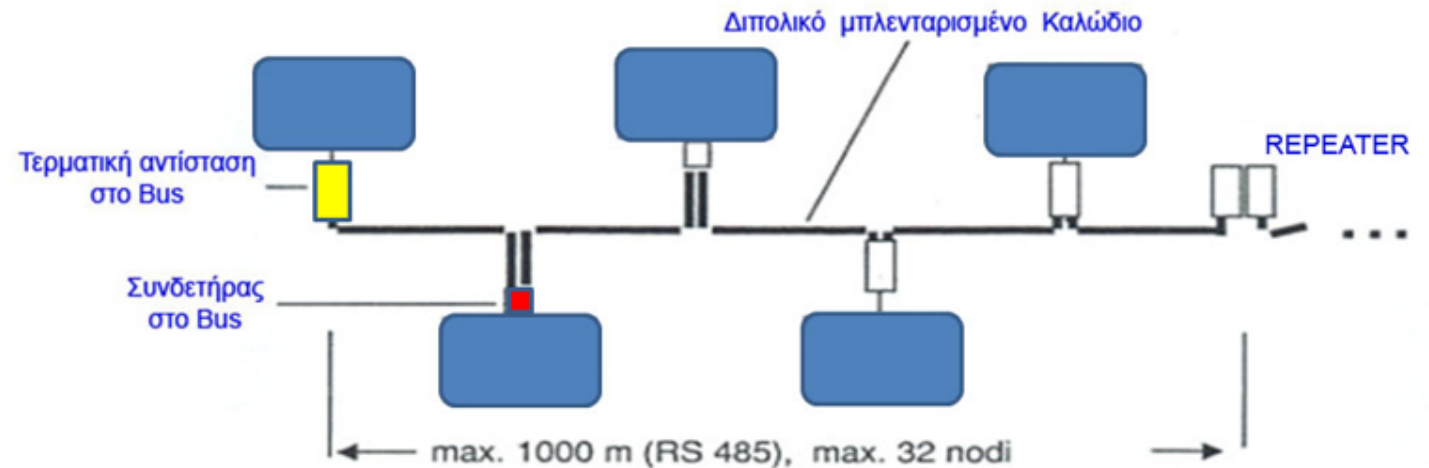
## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 8.4**

***Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου***

# Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου

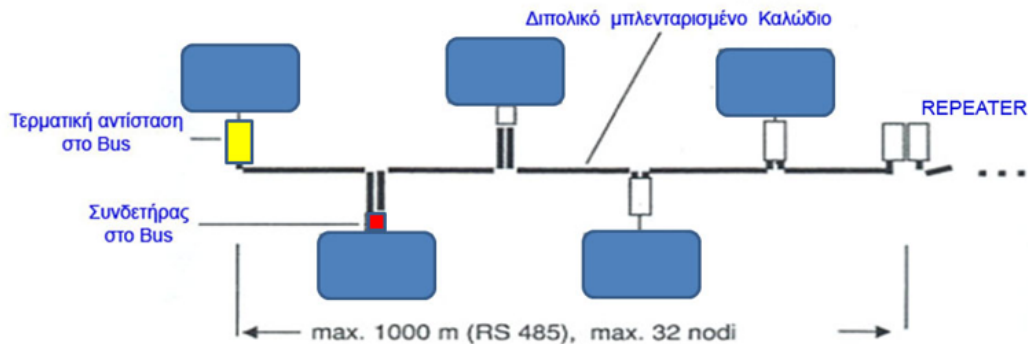
- **Μέσον μεταφοράς δεδομένων:** Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είτε μπλενταρισμένο διπολικό καλώδιο είτε οπτική ίνα.
- **Ταχύτητα μετάδοσης:** Οι χρησιμοποιούμενες ταχύτητες μετάδοσης σ' ένα δίκτυο Profibus DP είναι: 9,6 - 19,2 - 93,75 - 187,5 - 500 - 1500 kbit/sec  
3 - 6 - 12 Mbit/sec

- **Τι είναι 'SEGMENT':** Σ' ένα Profibus DP δίκτυο ορίζουμε σαν 'Segment' (Τμήμα) το κομμάτι του δικτύου που βρίσκεται μεταξύ δυο Repeater ή μεταξύ Repeater και άκρης του δικτύου.



# Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου

- **Τι είναι 'SEGMENT':** Σ' ένα Profibus DP δίκτυο ορίζουμε σαν 'Segment' (Τμήμα) το κομμάτι του δικτύου που βρίσκεται μεταξύ δυο Repeater ή μεταξύ Repeater και άκρης του δικτύου.



**Μέγιστος αριθμός κόμβων σ' ένα Segment:** είναι 32.

**REPEATER:** Εάν πρέπει να συνδέσουμε σ' ένα σύστημα Profibus πάνω από 32 κόμβους / συνομιλητές θα πρέπει να δουλέψουμε με περισσότερα από ένα 'Segment'. Αυτά τα 'Segment' του bus τα οποία το καθένα έχει το πολύ έως 32 κόμβους / συνομιλητές συνδέονται μεταξύ τους με τους λεγόμενους Repeaters (ενισχυτές γραμμής). Οι Repeaters ενισχύουν το επίπεδο των μεταδιδόμενων σημάτων. Ο αριθμός των εν σειρά συνδεδεμένων Repeater που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από τον κατασκευαστή των Repeater (λόγω των παραμορφώσεων του σήματος που μπορεί να δημιουργήσει και της χρονικής καθυστέρησης στο αναμεταδιδόμενο σήμα). Γενικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έως τρεις Repeaters εν σειρά συνδεδεμένους. 126.

Εάν χρησιμοποιήσουμε Repeater της Siemens έχουμε έως και εννέα Repeaters εν σειρά συνδεδεμένους και επομένως δημιουργούνται 10 segment με μέγιστη δυνατή ταχύτητα του δικτύου τα 1,5 Mbit/sec. Για μεγαλύτερες ταχύτητες έως τα 12 Mbit/sec μπορούμε να συνδέσουμε έως τρεις repeaters εν σειρά συνδεδεμένους και επομένως δημιουργούνται 4 segment .

**Μέγιστος αριθμός κόμβων στο δίκτυο:** Ο μέγιστος αριθμός κόμβων τους οποίους μπορούμε να έχουμε σε ένα δίκτυο Profibus είναι 127. Οι λογικές διευθύνσεις Profibus που μπορούν να έχουν αυτοί οι κόμβοι είναι από 0 έως



# Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου

## ➤ *Μέγιστο μήκος ενός 'Segment'*

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	9,6-187,5 kbits	500 kbit/sec	1500 kbit/sec	12000 kbit/sec
ΜΕΓΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ SEGMENT	1000 m	400 m	200 m	100 m

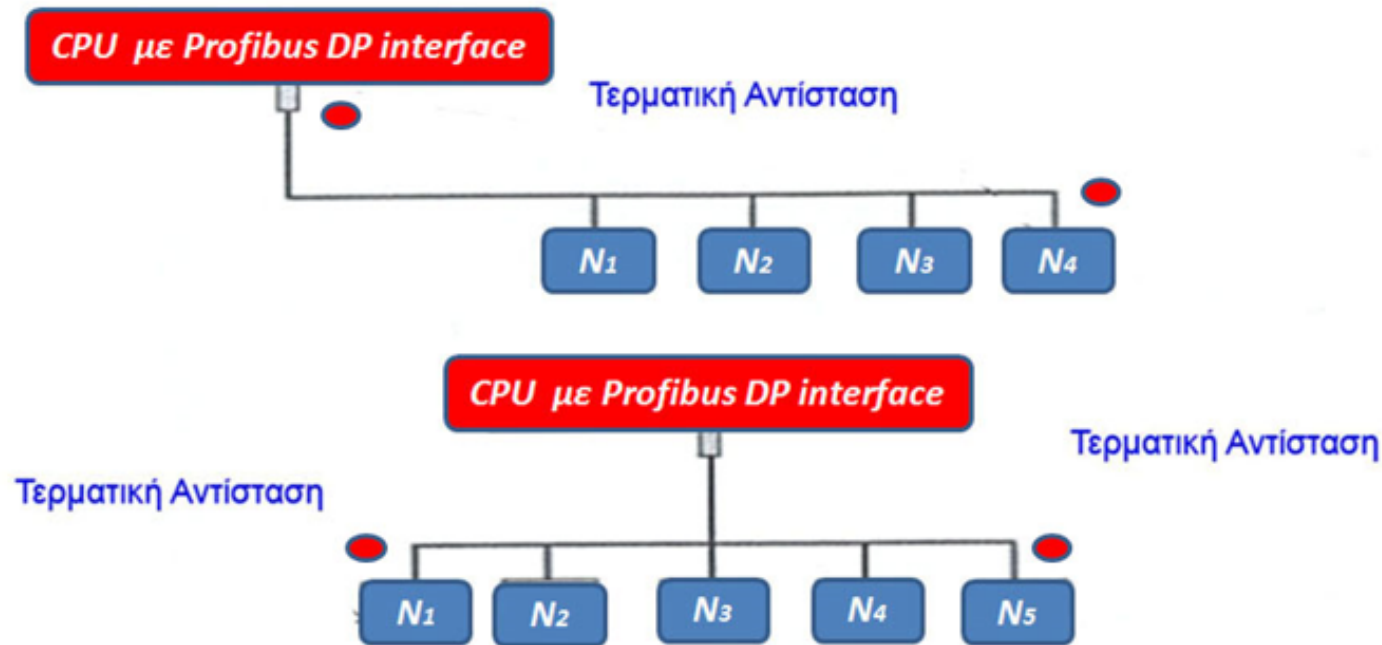
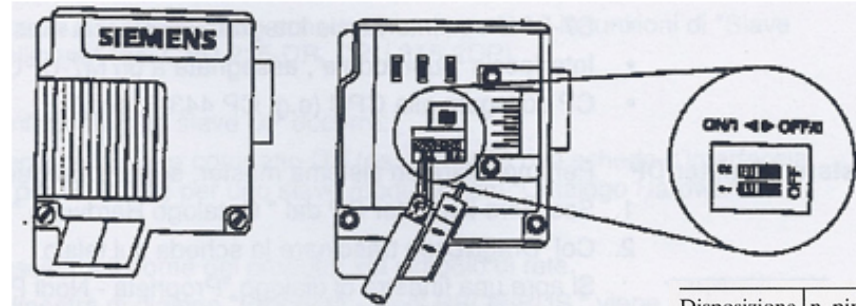
## ➤ *Μέγιστος αριθμός κόμβων σ' ένα Segment*

## ➤ *Repeater*

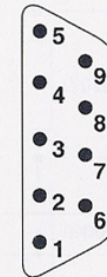
## ➤ *Μέγιστος αριθμός κόμβων στο δίκτυο*

# Βασικά χαρακτηριστικά ενός Profibus Δικτύου

## ➤ Τερματική αντίσταση



Disposizione	n. pin	Nome del segnale	Descrizione
	1	SHIELD	Schermo o funzione di terra
	2	M24	Massa della tensione d'uscita 24 V (alimentazione ausiliaria)
	3	RxD/TxD-P	Positivo dati di ricezione/trasmissione Conduttore B
	4	CNTR-P	Segnale per comando direzione P
	5	DGND	Potenziale di riferimento per i dati (ground)
	6	VP	Positivo tensione di alimentazione
	7	P24	Positivo 24 V della tensione d'uscita (alimentazione ausiliaria)
	8	RxD/TxD-N	Negativo dati di ricezione/trasmissione Conduttore A
	9	CNTR-N	Segnale per comando direzione N

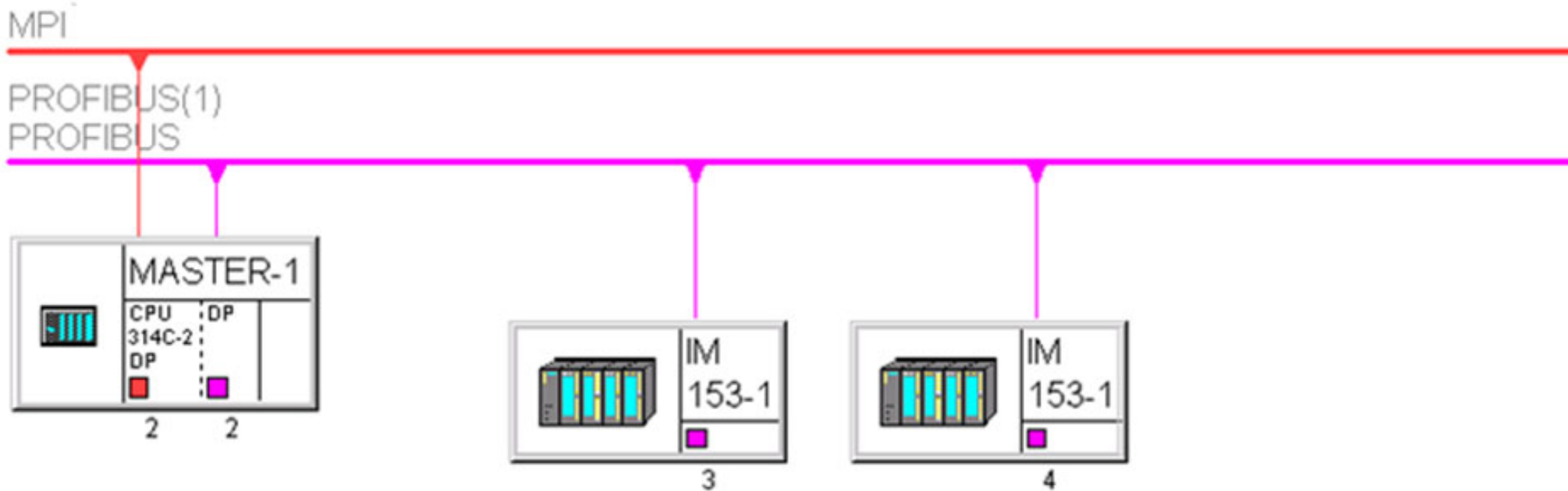


## **ΥΠΟΕΝΟΤΗΤΑ 8.5**

### ***Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP***

# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

PROJECT: ANDREADIS-PROF-1



# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

PROJECT: ANDREADIS-PROF-2

MPI

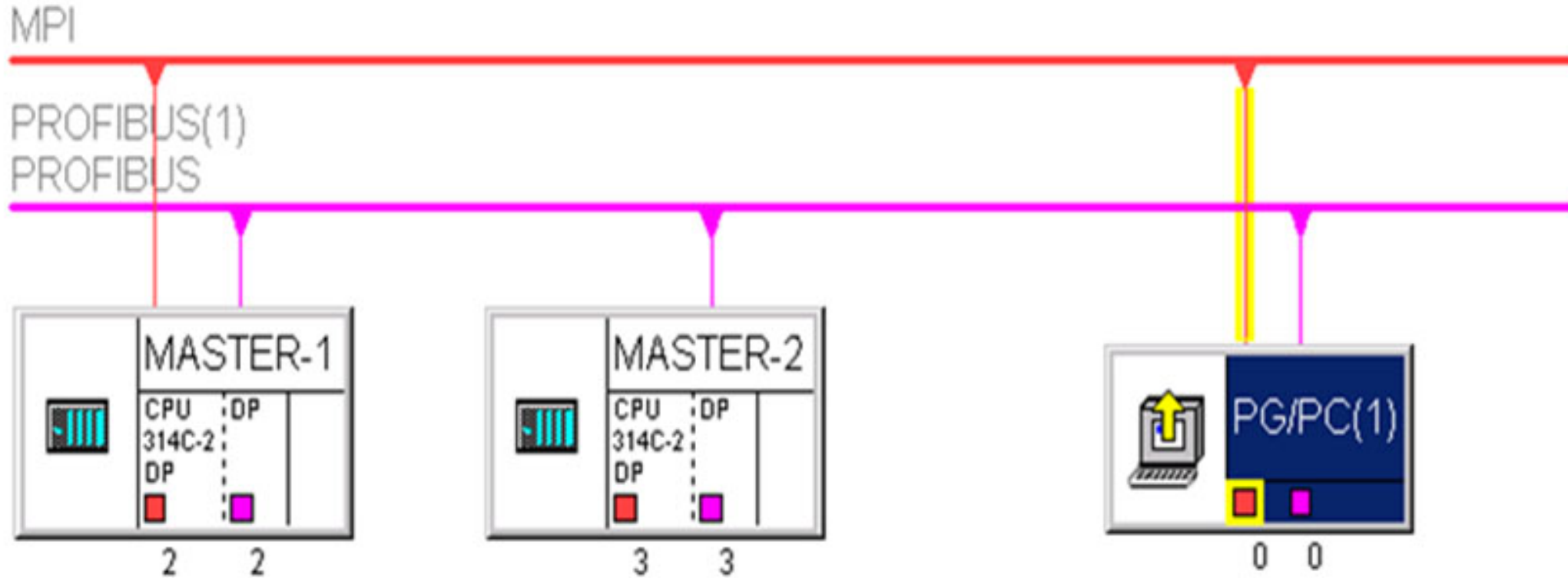
PROFIBUS(1)  
PROFIBUS





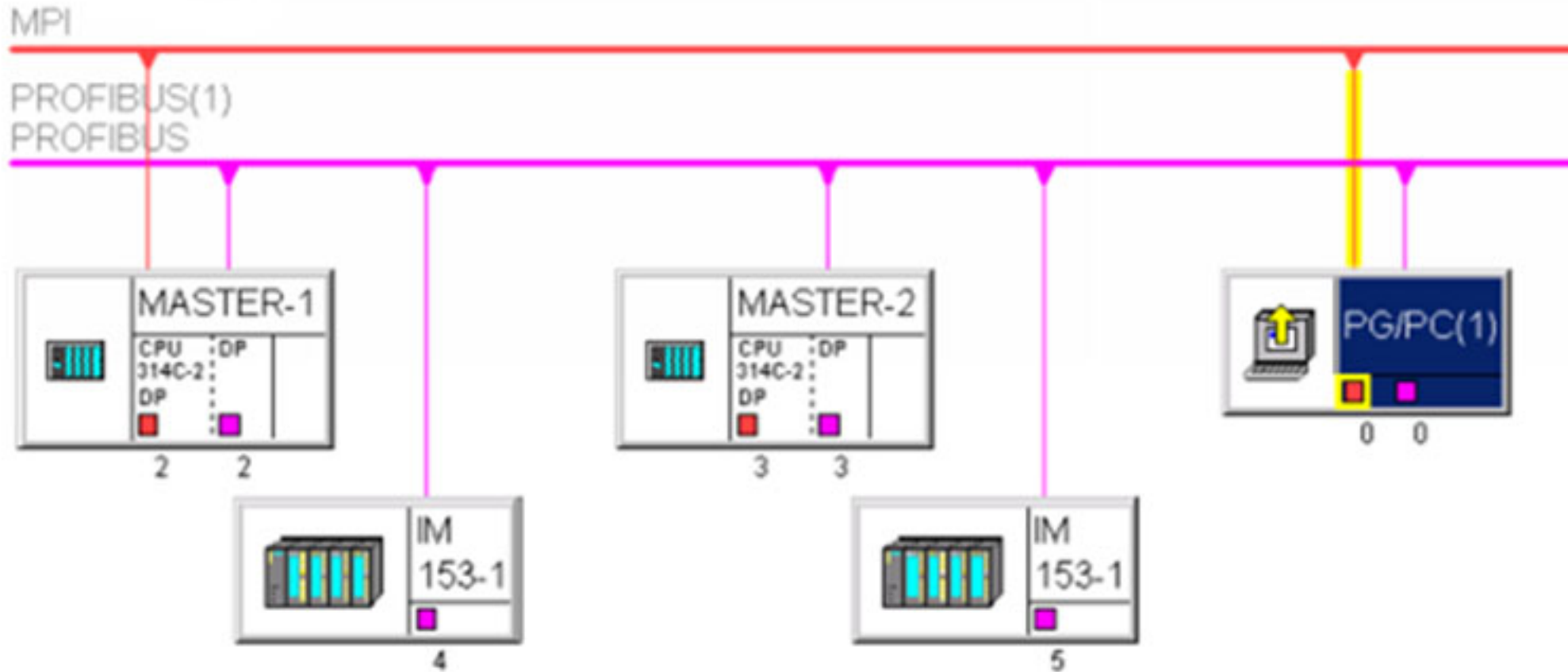
# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

PROJECT: ANDREADIS-PROF-3



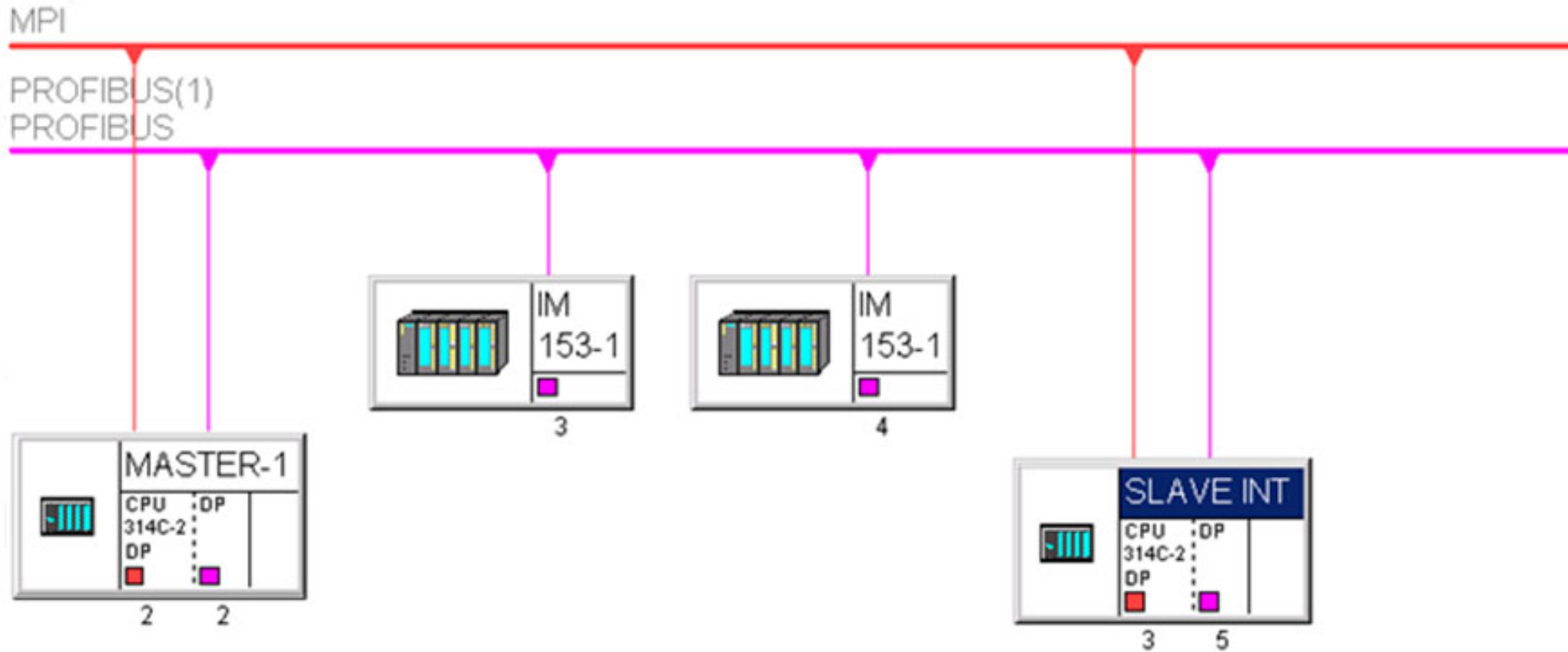
# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

## PROJECT: ANDREADIS-PROF-4



# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

PROJECT: ANDREADIS-PROF-5

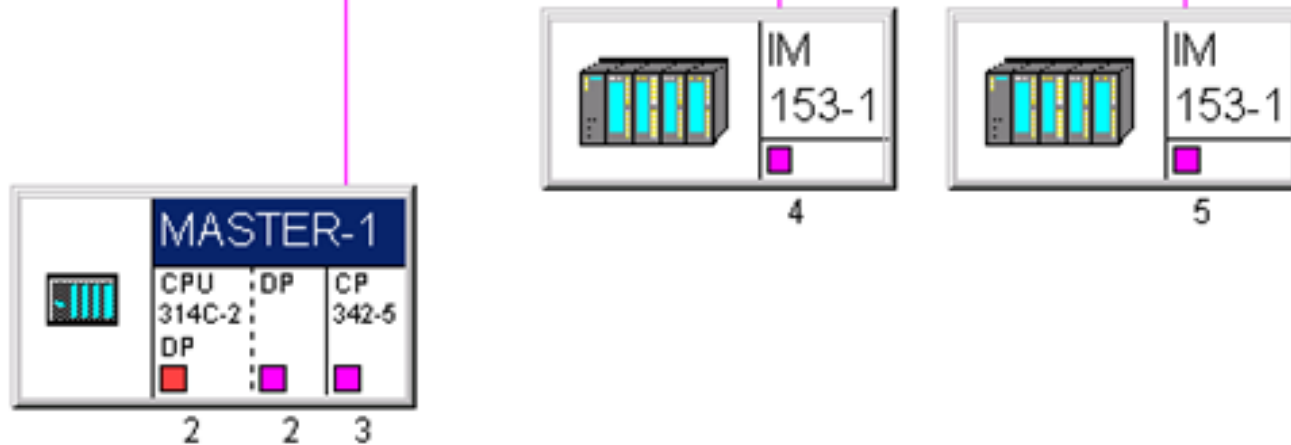


# Παραδείγματα Δικτύων Profibus DP

PROJECT: ANDREADIS-PROF-6

MPI

PROFIBUS(1)  
PROFIBUS



## Σύνοψη Θεματικής Ενότητας



Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης



# Βιβλιογραφία

# Βιβλιογραφία

- Εισαγωγή στους Αυτοματισμούς: Κότσαλος Ευθύμιος, Κουτουλάκης Χρήστος, Χαμηλοθώρης Γεώργιος
- Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου : Π.Ν. Παρασκευόπουλος
- Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Τόμος Α : Φιλίππου Δημοπούλου
- Το Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Μέρος α : Ανδρέα Γούτη
- Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης : Πέτρος Ντοκόπουλος
- Εισαγωγή στα Πνευματικά : Festo Didactic
- Πνευματικοί αυτοματισμοί, θεωρία & πράξη, Κωνσταντίνος Γιαννακόπουλος
- Εγχειρίδιο υδραυλικών αυτοματισμών, Βιομηχανική τεχνολογία Α.Ε., Δ. Α. Μαυρίδης
- Thyristor Theory and Application : Clay Laster
- Decentrare con Profibus – DP : Josef Weigmann, Gerhard Kilian
- Εργαστήριο Αυτοματισμών και Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου : Βέντζας Δημήτριος, Γλώσσας Νικόλαος, Νικολόπουλος Αλέξιος
- Τεχνολογία Αυτοματισμών τόμος α : Albrecht Baumann, Hans Kaufmann, Gerd Robens
- Σημειώσεις Τεχνικών Σεμιναρίων ΙΒΕΠΕ - ΣΕΒ



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Επιχειρησιακό Πρόγραμμα  
**Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού,  
Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση**

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

