Μοdbus

Εισαγωγή  
Το Modbus είναι ένα πρωτόκολλο σειριακής επικοινωνίας που αναπτύχθηκε από την εταιρεία Modicon το 1979 για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ βιομηχανικών ηλεκτρονικών συσκευών. Πρόκειται για το παλαιότερο και δημοφιλέστερο βιομηχανικό πρωτόκολλο στον τομέα του αυτοματισμού διαδικασιών και του SCADA (εποπτικός έλεγχος και απόκτηση δεδομένων - supervisory control and data acquisition). Tην ανάπτυξη ενημέρωση των πρωτοκόλλων Modbus διαχειρίζεται ο οργανισμός «Modbus». Ο Οργανισμός Modbus είναι μια ένωση χρηστών και προμηθευτών των συσκευών που είναι συμβατές με αυτό. Υπάρχουν διάφορες εκδόσεις του πρωτοκόλλου Modbus . Οι πιο συνηθισμένες είναι το Modbus RTU, το Modbus ASCII, το Modbus TCP και το Modbus Plus. Είναι ένα ανοιχτό πρωτόκολλο, που σημαίνει ότι οι προδιαγραφές δημοσιεύονται και μπορούν να χρησιμοποιηθούν από οποιονδήποτε ελεύθερα ή με άδεια χρήσης, ακόμα για εμπορικούς σκοπούς.

Πρόκειται για πρωτόκολλο master/slave, που σημαίνει ότι μια συσκευή (master) μπορεί να ελέγχει πολλαπλές συσκευές (slaves) μέσω ενός ενιαίου δικτύου. Θα απευθυνόμαστε από εδώ και στο εξής σε αυτές ως «κύρια» συσκευή (master) και «δευτερεύουσες» συσκευές (slaves). Το Modbus χρησιμοποιεί ένα απλό μοντέλο αίτησης/απόκρισης για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών. Είναι εύκολο στην υλοποίηση και υποστηρίζεται από πληθώρα συσκευών. H επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω διαφόρων τύπων φυσικών μέσων, όπως σειριακά καλώδια RS-232, RS-485, RS-422 και Ethernet. Η αρχική διεπαφή Modbus λειτουργούσε με σειριακή επικοινωνία RS-232, αλλά οι περισσότερες από τις μεταγενέστερες υλοποιήσεις Modbus χρησιμοποιούν RS-485, καθώς επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ μεγαλύτερων αποστάσεων, προσφέρει υψηλότερες ταχύτητες μετάδοσης, καθώς και τη δυνατότητα διασύνδεσης πολλών συσκευών σε ένα ενιαίο δίκτυο πολλαπλής διοχέτευσης (multi-drop network).

Το πρωτόκολλο Modbus χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών βιομηχανικού αυτοματισμού, όπως η βιομηχανική παραγωγή, ο αυτοματισμός σε εγκαταστάσεις, η HVAC και ο έλεγχος διεργασιών. Χρησιμοποιείται συνήθως για την ανάγνωση και εγγραφή δεδομένων από διάφορους τύπους συσκευών. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα χρήσης:

* Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής, το σύστημα ελέγχου θα μπορούσε να χρησιμοποιεί το Modbus για να διαβάζει τις τιμές των αισθητήρων θερμοκρασίας, πίεσης και ισχύς και να ελέγχει την ταχύτητα και την κατεύθυνση των κινητήρων και των βαλβίδων.
* Σε ένα σύστημα αυτοματισμού ενός κτιρίου, το σύστημα ελέγχου θα μπορούσε να χρησιμοποιεί το Modbus για να διαβάζει τις τιμές των αισθητήρων θερμοκρασίας, υγρασίας και ποιότητας αέρα και να ελέγχει τη λειτουργία των ανεμιστήρων, των αντλιών και του εξοπλισμού HVAC.
* Σε ένα σύστημα παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, το σύστημα ελέγχου χρησιμοποιείτο Modbus για την ανάγνωση των τιμών των αισθητήρων τάσης, ρεύματος και ισχύος και για τον έλεγχο της λειτουργίας των γεννητριών, των μετασχηματιστών και άλλου ηλεκτρικού εξοπλισμού.
* Σε ένα σύστημα διαχείρισης νερού και λυμάτων, το σύστημα ελέγχου θα μπορούσε να χρησιμοποιεί το Modbus για να διαβάζει τις τιμές των αισθητήρων pH, ροής και πίεσης και να ελέγχει τη λειτουργία αντλιών, βαλβίδων και λοιπού εξοπλισμού.

## Αποθήκευση δεδομένων

Στο πρωτόκολλο Modbus, τα δεδομένα οργανώνονται σε καταχωρητές και πηνία. Οι καταχωρητές χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αριθμητικών τιμών, όπως θερμοκρασίες, πιέσεις ή άλλους τύπους δεδομένων μέτρησης. Τα πηνία χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση δυαδικών τιμών, όπως οι καταστάσεις on/off ή οι ψηφιακές είσοδοι και έξοδοι.

Τα δεδομένα μπορούν να διαβαστούν ή να εγγραφούν σε πηνία (διακριτές έξοδοι), διακριτές εισόδους, καταχωρητές εισόδου και καταχωρητές αποθήκευσης.

Τα πηνία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση ενός μόνο bit δεδομένων, χρησιμοποιούνται ως διακριτές έξοδοι και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εγγραφή και ανάγνωση δεδομένων. Οι διακριτές είσοδοι είναι, όπως και τα πηνία, καταχωρητές 1-bit με χρήση μόνο ανάγωσης. Στην πράξη, τα πηνία και οι διακριτές είσοδοι χρησιμοποιούνται συχνά για την αναπαράσταση της κατάστασης ψηφιακών εισόδων και εξόδων, όπως η κατάσταση ενεργοποίησης/απενεργοποίησης ενός ρελέ ή η κατάσταση ανοίγματος/κλεισίματος μιας βαλβίδας.

Οι καταχωρητές είναι συνήθως λέξεις των 16 bit, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν να αποθηκεύσουν ακέραιες τιμές που κυμαίνονται από 0 έως 65535. Ορισμένες υλοποιήσεις Modbus υποστηρίζουν επίσης καταχωρητές 32 bit, οι οποίοι μπορούν να αποθηκεύουν μεγαλύτερες ακέραιες τιμές ή τιμές κινητής υποδιαστολής. Οι καταχωρητές εισόδου χρησιμοποιούνται συνήθως για την αναπαράσταση αναλογικών σημάτων εισόδου και έχουν δυνατότητα εγγραφής. Οι καταχωρητές αποθήκευσης έχουν δυνατότητα εγγραφής και ανάγνωσης.

Σημειώνεται πως μια συσκευή μπορεί να μην έχει όλους αυτούς τους τύπους καταχωρητών. Αυτό είναι κάτι που αφορά τη συγκεκριμένη υλοποίηση συσκευής και είναι ευθύνη του κατασκευαστή. Για παράδειγμα, είναι δυνατόν για μια συσκευή να επικοινωνεί με το πρωτόκολλο Modbus, αλλά να χρησιμοποιεί μόνο καταχωρητές αποθήκευσης και καθόλου πηνία, διακριτές εισόδους και καταχωρητές εισόδου.

Η ακριβής σημασία κάθε καταχωρητή και πηνίου εξαρτάται από τη συγκεκριμένη υλοποίηση, αλλά οι βασικές έννοιες είναι ίδιες σε όλα τα συστήματα Modbus.

## Eπικοινωνία

Το Modbus χρησιμοποιεί δυαδική μορφή για τα μηνύματά του, πράγμα που σημαίνει ότι τα δεδομένα αντιπροσωπεύονται ως μια αλληλουχία μονάδων και μηδενικών. Κάθε bit αποστέλλεται ως τάση. Τα μηδενικά αποστέλλονται ως θετικές τάσεις και οι μονάδες ως αρνητικές. Μια συνηθισμένη ταχύτητα μετάδοσης είναι 9600 baud (bit ανά δευτερόλεπτο).

Η κύρια συσκευή ξεκινά την επικοινωνία με μία δευτερεύουσα στέλνοντας ένα αίτημα. Στη συνέχεια, η δευτερεύουσα συσκευή απαντά με τα ζητούμενα δεδομένα. Τα αιτήματα στο Modbus αποτελούνται από μια επικεφαλίδα, έναν κωδικό λειτουργίας και ένα πεδίο δεδομένων.

Η επικεφαλίδα περιέχει τη διεύθυνση της δευτερεύουσας συσκευής. Σε κάθε δευτερεύουσα συσκευή σε ένα δίκτυο εκχωρείται μια μοναδική διεύθυνση, μέγεθος ενός byte, με τιμές από το 1 έως το 247. Όταν η κύρια συσκευή ζητά δεδομένα, το πρώτο byte που στέλνει είναι η διεύθυνση της δευτερεύουσας συσκευής. Με αυτόν τον τρόπο κάθε δευτερεύουσα συσκευή γνωρίζει μετά το πρώτο byte αν πρέπει ή όχι να αγνοήσει το μήνυμα.

Το δεύτερο byte που στέλνεται είναι ο κωδικός λειτουργίας και καθορίζει τον τύπο του αιτήματος. Καθοδηγεί τη δευτερεύουσα συσκευή αναφορικά με τον πίνακα που πρέπει να προσπελάσει, καθώς και καθορίζει εάν πρέπει να διαβάσει ή να γράψει από αυτόν.

Ακολουθεί ένας πίνακας με τους πιο συνηθισμένους κωδικούς λειτουργίας ενός αιτήματος στο πρωτόκολλο Modbus.

|  |  |
| --- | --- |
| Κωδικός λειτουργίας | Περιγραφή λειτουργίας |
| 1 | Ανάγνωση σε ένα ή περισσότερα πηνία |
| 2 | Ανάγνωση μίας ή περισσοτέρων διακριτών εισόδων |
| 3 | Ανάγνωση σε έναν ή περισσότερους καταχωρητές αποθήκευσης |
| 4 | Ανάγνωση σε έναν ή περισσότερους καταχωρητές εισόδου |
| 5 | Εγγραφή σε ένα πηνίο |
| 6 | Εγγραφή σε έναν καταχωρητή αποθήκευσης |
| 15 | Εγγραφή σε πολλαπλά πηνία |
| 16 | Εγγραφή σε πολλαπλούς καταχωρητές αποθήκευσης |

Τέλος, το πεδίο δεδομένων περιέχει τα δεδομένα που θα σταλούν ως απάντηση στην κύρια συσκευή, εάν το αίτημα αφορά λειτουργία ανάγνωσης.

Επιπλέον, η κύρια συσκευή μπορεί, πέρα από το να διαβάσει και να γράψει δεδομένα, να εκτελέσει διαγνωστικές λειτουργίες σε μια δευτερεύουσα. Οι διαγνωστικές λειτουργίες επιτρέπουν στην κύρια συσκευή να ελέγχει την κατάσταση μιας δευτερεύουσας, καθώς και να αναγνωρίζει πιθανά σφάλματα.

Παρακάτω, ακολουθεί μια απλοποιημένη αλληλουχία επικοινωνίας μεταξύ κύριας και δευτερεύουσας συσκευής, προκειμένου να διασαφηνιστεί ο τρόπος όπου αυτή λαμβάνει χώρα.

1. Η κύρια συσκευή στέλνει ένα αίτημα σε μια συγκεκριμένη δευτερεύουσα συσκευή, χρησιμοποιώντας τη διεύθυνση της δευτερεύουσας και έναν κωδικό λειτουργίας που καθορίζει τον τύπο του αιτήματος. Το αίτημα μπορεί να περιέχει δεδομένα, όπως μια εντολή ή μια τιμή που πρέπει να εγγραφεί σε έναν καταχωρητή.

2. Η συσκευή slave λαμβάνει το αίτημα και το επεξεργάζεται. Εάν το αίτημα αφορά λειτουργία ανάγνωσης, η συσκευή slave ανακτά τα ζητούμενα δεδομένα από την εσωτερική της μνήμη. Εάν το αίτημα είναι αίτημα εγγραφής, η συσκευή slave αποθηκεύει τα δεδομένα στον καθορισμένο καταχωρητή ή πηνίο.

3. Η συσκευή slave αποστέλλει μια απάντηση στην κύρια συσκευή, η οποία περιλαμβάνει τα ζητούμενα δεδομένα ή έναν κωδικό κατάστασης που υποδεικνύει την επιτυχία ή την αποτυχία του αιτήματος. Η απάντηση περιλαμβάνει επίσης τη διεύθυνση της slave συσκευής και τον ίδιο κωδικό λειτουργίας με το αίτημα.

4. Η κύρια συσκευή λαμβάνει την απάντηση και την επεξεργάζεται. Εάν η απάντηση περιέχει δεδομένα, η κύρια συσκευή μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα για να ενημερώσει την εσωτερική της κατάσταση ή για να ελέγξει τη λειτουργία της δευτερεύουσας συσκευής. Εάν η απόκριση περιέχει κωδικό σφάλματος, η κύρια συσκευή μπορεί να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες, όπως η επανάληψη της αίτησης ή η εμφάνιση ενός μηνύματος σφάλματος.

## Αποθήκευση δεδομένων

Οι πληροφορίες αποθηκεύονται σε τέσσερις διαφορετικούς πίνακες. Δύο πίνακες αποθηκεύουν διακριτές τιμές (πηνία) και δύο αποθηκεύουν αριθμητικές τιμές (καταχωρητές). Τα πηνία και οι καταχωρητές διαθέτουν από έναν πίνακα μόνο για ανάγνωση και έναν πίνακα ανάγνωσης-εγγραφής. Κάθε πίνακας έχει 9999 τιμές. Κάθε πηνίο είναι 1 bit και του αποδίδεται μια διεύθυνση δεδομένων μεταξύ 0000 και 270E. Κάθε καταχωρητής είναι 1 λέξη = 16 bits = 2 bytes και έχει επίσης διεύθυνση δεδομένων μεταξύ 0000 και 270E. Τα παραπάνω αναγράφονται και στον πίνακα που ακολουθεί:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Αριθμός Πηνίων/Καταχωρητών | Διευθύνσεις Μνήμης | Λειτουργία | Όνομα Πίνακα |
| 1 – 9999 | 0000 έως 270Ε | Ανάγνωσης – Εγγραφής | Πηνία διακριτής εξόδου |
| 10001 – 19999 | 0000 έως 270Ε | Ανάγνωσης | Πηνία διακριτής εισόδου |
| 30001 – 39999 | 0000 έως 270Ε | Ανάγνωσης | Καταχωρητές αναλογικής εισόδου |
| 40001 – 49999 | 0000 έως 270Ε | Ανάγνωσης – Εγγραφής | Καταχωρητές αποθήκευσης αναλογικής εξόδου |

### Μορφές πινάκων αποθήκευσης

Οι πίνακες καταχωρητών έχουν τις εξής κολώνες:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Address** | **Register** | **No**. | **RW** | **X** | **Unit** | **Type** | **Range** | **Default Value** | **Svd** | **Function Code** | **Applicable Devices** | **Description** |

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθεται μια συνοπτική περιγραφή κάθε κολώνας του πίνακα και της λειτουργίας της.

| **Ονομασία** | **Περιγραφή** |
| --- | --- |
| Διεύθυνση | 16-bit διεύθυνση καταχωρητή σε δεκαεξαδικό σύστημα. Η διεύθυνση περιέχει τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται. |
| Καταχωρητής | Αριθμός καταχωρητή 16-bit σε δεκαδικό σύστημα. Καταχωρητής = Διεύθυνση + 1 |
| No | Αριθμός καταχωρητών 16-bit που πρέπει να διαβαστούν/εγγραφούν για πρόσβαση στις πλήρεις πληροφορίες. |
| R/RW | Εάν ο καταχωρητής είναι μόνο για ανάγνωση (R/RW) ή για ανάγνωση-εγγραφή (RW). |
| X | Συντελεστής κλίμακας:   * Κλίμακα 1 σημαίνει ότι η τιμή του καταχωρητή είναι η σωστή με την υποδεικνυόμενη μονάδα. * Κλίμακα 10 σημαίνει ότι ο καταχωρητής περιέχει την τιμή πολλαπλασιασμένη επί 10. Η πραγματική τιμή είναι επομένως η τιμή του καταχωρητή διαιρούμενη με το 10. * Κλίμακα 0,1 σημαίνει ότι ο καταχωρητής περιέχει την τιμή πολλαπλασιασμένη επί 0,1. Η πραγματική τιμή είναι επομένως η τιμή του μητρώου πολλαπλασιασμένη επί 10. |
| Μονάδα | Μονάδα μέτρησης πληροφοριών:   * "-": δεν υπάρχει μονάδα που να αντιστοιχεί στην εκφραζόμενη τιμή. * "h": ώρες * "D": η μονάδα εξαρτάται από τη συνδεδεμένη συσκευή. |
| Τύπος | Τύπος δεδομένων κωδικοποίησης (βλ. παρακάτω τον πίνακα τύπου δεδομένων). |
| Εύρος | Εύρος επιτρεπόμενων τιμών για τη μεταβλητή, συνήθως ένα υποσύνολο των τιμών που επιτρέπει η μορφή. Για δεδομένα τύπου BITMAP, το περιεχόμενο αυτού του τομέα είναι “–”. |
| Προεπιλεγμένη τιμή | Προεπιλεγμένη τιμή για τη μεταβλητή |
| Svd | Τιμή που αποθηκεύεται όταν απενεργοποιείται η παροχή ρεύματος στην πύλη PowerTag Link:   * "Y": η τιμή του καταχωρητή αποθηκεύεται. * "N": η τιμή χάνεται.   ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατά την έναρξη λειτουργίας ή την επαναφορά, ανακτώνται οι διαθέσιμες τιμές. |
| Κωδικός των λειτουργιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μητρώο. | Κωδικός των λειτουργιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον καταχωρητή. |
| Συσκευές | Κωδικός που υποδεικνύει τους τύπους συσκευών για τους οποίους είναι διαθέσιμος ο καταχωτητής. |
| Περιγραφή | Πληροφορίες σχετικές με τον καταχωρητή και τους ισχύων περιορισμούς. |

## Εξαιρέσεις

Όταν μία δευτερεύουσα συσκευή Modbus διαπιστώνει πως υπάρχει σφάλμα στο αίτημα που έχει δεχτεί, τότε επιστρέφει μια απάντηση που περιέχει κωδικό εξαίρεσης. Η απάντηση εξαίρεσης αποτελείται από τη διεύθυνση ή τον αριθμό μονάδας της δευτερεύουσας συσκευής, ένα αντίγραφο του κωδικού λειτουργίας με το υψηλό bit ρυθμισμένο και έναν κωδικό εξαίρεσης. Για παράδειγμα, εάν ο κωδικός λειτουργίας ήταν 3, ο κωδικός λειτουργίας στην απάντηση εξαίρεσης θα είναι 0x83. Οι κωδικοί εξαίρεσης παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Κωδικός | Όνομα εξαίρεσης | Αιτία Εξαίρεσης |
| 1 | Μη έγκυρη ενέργεια | Ο κωδικός λειτουργίας που λαμβάνεται στο ερώτημα δεν αναγνωρίζεται ή δεν επιτρέπεται από τη δευτερεύουσα συσκευή. |
| 2 | Μη έγκυρη διεύθυνση δεδομένων | Η διεύθυνση δεδομένων (αριθμός καταχωρητή) που λαμβάνεται στο ερώτημα δεν είναι μια επιτρεπόμενη διεύθυνση για τη δευτερεύουσα συσκευή, δηλαδή ο καταχωρητής δεν υπάρχει. Εάν ζητήθηκαν πολλαπλοί καταχωρητές, τουλάχιστον ένας δεν ήταν επιτρεπτός. |
| 3 | Μη έγκυρη τιμή δεδομένων | Η τιμή που περιέχεται στο πεδίο δεδομένων του ερωτήματος δεν είναι αποδεκτή από τη δευτερεύουσα συσκευή. |
| 4 | Αποτυχία δευτερεύουσας συσκευής | Εμφανίστηκε σφάλμα που δεν μπορεί να αποκατασταθεί. |
| 6 | Η δευτερεύσα συσκευή είναι απασχολημένη | Η δευτερεύσα είναι απασχολημένη με την επεξεργασία μιας εντολής μεγάλης διάρκειας. Η κύρια συσκευή θα πρέπει να προσπαθήσει ξανά αργότερα. |
| 10 (hex 0A) | Διαδρομή πύλης μη-διαθέσιμη | Η επικοινωνία με τη συσκευή-στόχο μέσω της πύλης δεν επιτεύχθηκε. |
| 11 (hex 0B) | Η συσκευή-στόχος της πύλης απέτυχε να ανταποκριθεί | Ειδική χρήση που αφορά επικοινωνία με πύλες. Υποδεικνύει ότι δεν ελήφθη απάντηση από τη συσκευή-στόχο. |
| 17 (hex 11) | Η συσκευή-στόχος της πύλης απέτυχε να ανταποκριθεί | Δεν λήφθηκε καμία απάντηση από τη δευτερεύουσα συσκευή. Ξεπεράστηκε το ανώτατο χρονικό όριο απόκρισης για ένα αίτημα. |

Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν οι παραπάνω κωδικοί εξαίρεσης, είναι απαραίτητο να ανιχνευτούν τυχόν σφάλματα. Για το σκοπό αυτό, αποθηκεύονται δύο προστιθέμενα bytes στο τέλος κάθε μηνύματος. Η διαδικασία ανίχνευσης σφαλμάτων χρησιμοποιεί όλα τα bytes του μηνύματος, καθώς επίσης και τα 2 προστιθέμενα bytes. Το πλήρες μήνυμα μαζί με τα προστιθέμενα bytes ονομάζεται CRC (Κυκλικός έλεγχος πλεονασμού - Cyclic Redundancy Check ). Η συσκευή που λαμβάνει ένα μήνυμα υπολογίζει τον CRC και τον συγκρίνει με τον CRC από τη συσκευή αποστολής. Εάν έστω και ένα bit του μηνύματος ληφθεί εσφαλμένα, οι CRC θα είναι διαφορετικοί και θα προκύψει σφάλμα.

## Τύποι δεδομένων

Το Modbus υποστηρίζει πολλούς διαφορετικούς τύπους δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων δυαδικών, ακέραιων και τιμών κινητής υποδιαστολής. Υποστηρίζει επίσης διαφορετικές μορφές δεδομένων, όπως big-endian και small-endian, οι οποίες καθορίζουν τη σειρά με την οποία είναι τακτοποιημένα τα bit στο μήνυμα. Aκολουθούν οι τύποι δεδομένων στο πρωτόκολλο Modbus:

| **Όνομα** | **Περιγραφή** | **Εύρος τιμών** |
| --- | --- | --- |
| INT16 | 16-bit προσημασμένος ακέραιος (1 λέξη) | -32768...+32767 |
| UINT16 | 16-bit ακέραιος χωρίς πρόσημο (1 λέξη) | 0...65535 |
| INT32 | 32-bit προσημασμένος ακέραιος (2 λέξεις) | -2 147 483 648...+2 147 483 647 |
| UINT32 | 32-bit ακέραιος χωρίς πρόσημο (2 λέξεις) | 0...4 294 967 295 |
| INT64 | 64-bit προσημασμένος ακέραιος (4 λέξεις) | -9 223 372 036 854 775 808...9 223 372 036 854 775 807 |
| UINT64 | 64-bit ακέραιος χωρίς πρόσημο (4 λέξεις) | 0 to 18 446 744 073 709 600 000 |
| Float32 | 32-bit τιμή (2 λέξεις) | -3.4028E+38... +3.4028E+38 |
| ASCII | 8-bit αλφαριθμητικός χαρακτήρας | Πίνακας χαρακτήρων ASCII |
| BITMAP | 16-bit πεδίο (1 λέξη) | – |
| DATETIME | Ανατρέξτε στον παρακάτω πίνακα [DATETIME](https://www.productinfo.schneider-electric.com/powertaglinkuserguide/powertag-link-user-guide/English/BM_PowerTag%20Link%20D%20User%20Manual_4af62430_T000501355.xml/$/TPC_ModbusTableFormatandDataTypes_4af62430_T000501590#D-SE-0085930.4) | – |

Σημειώσεις:

* Δεδομένα τύπου Float32: έχουν 8-bit εκθέτη, 23-bit mantissa (θετική, αρνητική, κανονικοποιημένη πραγματική).
* Για δεδομένα τύπου ASCII, η σειρά μετάδοσης των χαρακτήρων σε λέξεις (καταχωρητές 16 bit) έχει ως εξής:

1. Χαρακτήρας n ως λιγότερο σημαντικός
2. Χαρακτήρας n + 1 ως πιο σημαντικός

* Όλοι οι καταχωρητές (16-bit ή 2 bytes) μεταδίδονται με κωδικοποίηση Big Endian:

1. Το πιο σημαντικό byte μεταδίδεται πρώτο.
2. Το λιγότερο σημαντικό byte μεταδίδεται δεύτερο.

* Οι μεταβλητές 32-bit και 64-bit που αποθηκεύονται σε λέξεις των 16-bit είναι σε μορφή Big Endian: Η πιο σημαντική λέξη μεταδίδεται πρώτη και ύστερα η λιγότερο σημαντική.

**DATETIME**

| **Καταχωρητής** | **Τύπος** | **Bit** | **Εύρος** | **Περιγραφή** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | INT16U | 0–6 | 0x00–0x7F | Έτος:  0x00 (00) έως 0x7F (127) αντιστοιχούν στα έτη 2000 έως 2127  Για παράδειγμα, το 0x0D (13) αντιστοιχεί στο έτος 2013. |
| 7–15 | – | Δεσμευμένα |
| 2 | INT16U | 0–4 | 0x01–0x1F | Μέρα |
| 5–7 | – | Δεσμευμένα |
| 8–11 | 0x00–0x0C | Μήνας |
| 12–15 | – | Δεσμευμένα |
| 3 | INT16U | 0–5 | 0x00–0x3B | Λεπτά |
| 6–7 | – | Δεσμευμένα |
| 8–12 | 0x00–0x17 | Ώρες |
| 13–15 | – | Δεσμευμένα |
| 4 | INT16U | 0–15 | 0x0000–0xEA5F | Χιλιοστά του δευτερολέπτου |

Το DATETIME είναι ένας τύπος δεδομένων που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση της ημερομηνίας και της ώρας και ορίζεται από το πρότυπο IEC 60870-5.

## Είδη του πρωτοκόλλου Modbus­­­

### MODBUS RTU

Το Modbus RTU είναι η πιο κοινή υλοποίηση που διατίθεται για το Modbus. Πρόκειται απλά για το Modbus μέσω σειριακών μέσων επικοινωνίας όπως τα RS485, RS422 και RS232.

Στο RTU χρησιμοποιούνται τα περισσότερα από αυτά που αναλύθηκαν διεξοδικά παραπάνω. Οι τυπικές διευθύνσεις κόμβων Modbus RTU είναι 1-255 με το 0 να προορίζεται για μηνύματα εκπομπής (broadcast) και μόνο για εγγραφή.

Το μέγεθος του σειριακού PDU Modbus περιορίζεται από τον περιορισμό μεγέθους που κληρονομήθηκε από την πρώτη υλοποίηση του σειριακού δικτύου Modbus των 256 bytes. Οι διευθύνσεις των δευτερευόντων συσκευών περιορίζονται σε 1-255. Οι διευθύνσεις 1-247 είναι διαθέσιμες στο χρήστη και οι διευθύνσεις 248-255 είναι δεσμευμένες.

### MODBUS TCP/IP Ή MODBUS TCP

Το Modbus TCP ή TCP/IP είναι ουσιαστικά το Modbus RTU σε ένα πακέτο Ethernet (IEEE 802.3) με τη διεύθυνση προορισμού ως διεύθυνση IP χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο συναλλαγών TCP/IP. Η θύρα TCP 502 προορίζεται για το Modbus, ενώ η νέα ασφάλεια Modbus/TCP χρησιμοποιεί τη θύρα 802. Επίσης γνωστό ως Modbus IP, Modbus Ethernet και Modbus TCP/IP.

Το Modbus TCP εκτελείται σε φυσικό επίπεδο Ethernet. Χρησιμοποιεί μια επικεφαλίδα 6 byte για να επιτρέπει τη δρομολόγηση. Επιτρέπει πολλαπλές δευτερεύον συσκευές και δεν περιορίζεται σε 32, όπως συμβαίνει με το σειριακό μέσο μετάδοσης RS-485. Σε αντίθεση με το σειριακό Modbus RTU, στο οποίο είναι δυνατή η σύνδεση όλων των συσκευών μεταξύ τους, το Modbus TCP (Ethernet) απαιτεί ένα διακόπτη για τη σύνδεση πολλαπλών συσκευών.

Τα μηνύματα στο Modbus TCP/IP αποτελούνται από τον κωδικό λειτουργίας Modbus και το αίτημα δεδομένων Modbus. Η διεύθυνση της δευτερεύον συσκευής και ο κωδικός σφάλματος (CRC) συνήθως δεν χρειάζονται, καθώς το πακέτο Modbus TCP/IP δρομολογείται από το δίκτυο στην επιθυμητή διεύθυνση IP και ο έλεγχος σφάλματος γίνεται ως μέρος του Ethernet πακέτου. Εξαίρεση αποτελεί η περίπτωση όπου είναι απαραίτητη η σύνδεση και επικοινωνία με σειριακό δίκτυο. Σε αυτήν την περίπτωση είναι απαραίτητη και η μετάδοση των προαναφερθέντων πεδίων.

Στο δίκτυο Modbus TCP/IP χρησιμοποιείται το δίκτυο Modbus Server (διακομιστής) καθώς και Modbus Client (πελάτης). Οποιαδήποτε συσκευή Modbus συνδέεται με διακόπτες ή σειρά διακοπτών.

### MODBUS ASCII

Αφορά χρήση σε σειριακή επικοινωνία και χρησιμοποιεί χαρακτήρες ASCII για την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών. Πλεονέκτημα, ανάλογα με το σκοπό χρήσης, αποτελεί πως οι χαρακτήρες ASCII μπορούν να διαβαστούν και από ανθρώπου. Τα μηνύματα στο Modbus ASCII πλαισιώνονται από εμπρόσθια άνω και κάτω τελεία (":") και οπίσθια νέα γραμμή (CR/LF). Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η ακεραιότητα των δεδομένων δεν είναι από τις πρώτες προτεραιτότητες.

### MODBUS PLUS (MODBUS+, MB+ Ή MBP)

Tο Modbus Plus δεν είναι απλώς πρωτόκολλο, πρόκειται για πλήρες σύστημα με προκαθορισμένο μέσο και υλοποίηση φυσικού επιπέδου (επίπεδο 1 OSI). Είναι ένα σύστημα LAN για εφαρμογές βιομηχανικού ελέγχου. Το Modbus Plus χρησιµοποιεί µηχανισµό ελέγχου πρόσβασης στο µέσο µε χρήση token, ο οποίος έχει ως αποτέλεσµα ντετερµινιστική λειτουργία, αν και όχι απαραίτητα γρήγορη, συγκριτικά με τα άλλα πρωτόκολλα.

Το πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων επιπέδου 7 (επίπεδο εφαρμογών στο OSI) του Modbus Plus είναι ουσιαστικά το ίδιο με αυτό που χρησιμοποιείται για το Modbus Serial και το Modbus/TCP. Το φυσικό επίπεδο υλοποιείται με RS-485 και λειτουργεί μέσω θωρακισμένου καλωδίου συνεστραμμένου ζεύγους. Το πρωτόκολλο του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (OSI επίπεδο 2) βασίζεται στο πρωτόκολλο πολλαπλής πτώσης HDLC (High-level Data Link Control) του ISO/IEC 3309:1991, το οποίο χρησιμοποιεί μηχανισμό ελέγχου πρόσβασης στο μέσο με χρήση token και μεταδίδει τα δεδομένα με σύγχρονο τρόπο, σε αντίθεση με την ασύγχρονη μετάδοση του Modbus Serial. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μετάδοση δεδομένων με ταχύτητα 1 Mbps.

Λινκς:

* <https://www.productinfo.schneider-electric.com/powertaglinkuserguide/powertag-link-user-guide/English/BM_PowerTag%20Link%20D%20User%20Manual_4af62430_T000501355.xml/$/TPC_ModbusTableFormatandDataTypes_4af62430_T000501590>
* <https://www.se.com/us/en/faqs/FA168406/>
* <https://store.chipkin.com/articles/different-types-of-modbus-such-as-rtu-tcp-etc>

## Profinet

Το Profinet είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου που χρησιμοποιείται για τον βιομηχανικό αυτοματισμό. Βασίζεται στην τεχνολογία Ethernet και σήμερα είναι από τα σημαντικότερα πρωτόκολλα Industrial Ethernet. Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση βιομηχανικών συσκευών, όπως PLC, αισθητήρες και ηλεκτρονικές μονάδες κίνησης.

Το Profinet είναι ένα πρωτόκολλο που είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο και είναι εξαιρετικά αξιόπιστο λόγω των ενσωματωμένων χαρακτηριστικών ανοχής σφαλμάτων. Χρησιμοποιεί συγχρονισμένα μηνύματα, τα οποία αποστέλλονται μέσω του διαύλου και χρησιμοποιούνται για επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο. Υποστηρίζει επίσης ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών, όπως απομακρυσμένη διάγνωση συσκευών, παραμετροποίηση και έλεγχο μέσω διαδικτύου, καθώς επίσης και χειρισμό ειδοποιήσεων (alerts).

Το Profinet είναι ένα πρωτόκολλο Ethernet επιπέδου 2 και χρησιμοποιεί συνδεσμολογία αστέρα με κεντρικό switch. Υποστηρίζει καλωδίωση χαλκού ή/και οπτικών ινών και μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να υποστηρίζει έως και 64 συσκευές ανά τμήματοποίηση. Είναι σχεδιασμένο για τη διαχείριση δεδομένων υψηλής ταχύτητας και χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό κυκλικών συγχρονισμένων υπηρεσιών πραγματικού χρόνου (IRT) και ασύγχρονων υπηρεσιών.

Διαμέσου του Profinet κατασκευάζονται ασφαλή δίκτυα με έλεγχο στις συσκευές που συνδέονται, καθιστώντας το ιδανικό για βιομηχανικές εφαρμογές. Υποστηρίζει επίσης ποικιλία διαγνωστικών και διαχειριστικών λειτουργιών, όπως παρακολούθηση της κατάστασης της συσκευής και του δικτύου, καθώς και απομακρυσμένες ενημερώσεις λογισμικού. Το Profinet αποτελεί ένα αξιόπιστο και ασφαλές πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού. Παρέχει τα απαραίτητα χαρακτηριστικά όπου είναι απαραίτητα σε σύγχρονες εφαρμογές στη βιομηχανία.

* <https://us.profinet.com/profinet-explained/>