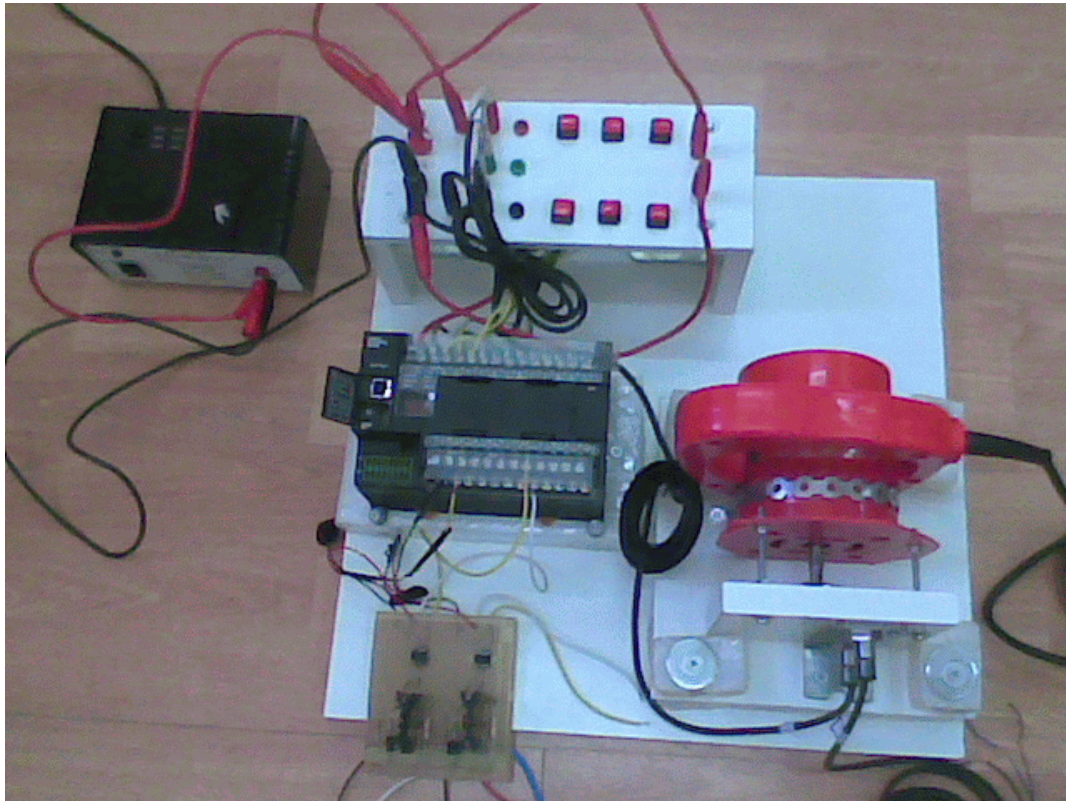


Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ 1022

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ PLC



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΕΛΙΣΣΑΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΚΑΡΠΟΥΖΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΟΥΡΔΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η εξοικείωση με τον προγραμματισμό PLCs (Programmable Logic Controllers) και ειδικότερα με τον έλεγχο της λειτουργίας ενός κινητήρα.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε στους χώρους του Εργαστηρίου των Ηλεκτρονικών Ισχύος του Τμήματος Ηλεκτρολογίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο: Ο λογικός ελεγκτής

CP1H-XA40DT1-D

- 1.1 Γενική περιγραφή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή CP1H-XA40DT1-D.....σελ5
- 1.2 Εξωτερικά χαρακτηριστικά του PLCσελ6
- 1.3 Διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά του PLC.....σελ8
 - 1.3.1 Τροφοδοσία.....σελ8
 - 1.3.2 Περιγραφή των εισόδων.....σελ9
 - A Είδη και δυνατότητες αυτών
 - B Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών
 - Γ Συνδεσμολογία διασύνδεσης
 - Δ Τρόποι λειτουργίας των εισόδων τύπου counter (Counter Input Modes)
 - Ε Μέθοδοι Reset (Reset Methods) για την PV των εισόδων τύπου counter
 - 1.3.3 Περιγραφή των εξόδων.....σελ21
 - A Είδη και δυνατότητες αυτών
 - B Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών
 - Γ Συνδεσμολογία διασύνδεσης
 - 1.3.4 Χαρακτηριστικά και οργάνωση της μνήμης.....σελ26
 - 1.3.5 Ενδεικτικά χειρισμού του PLC.....σελ29

Κεφάλαιο 2^ο: Το λογισμικό CX-Programmer

- 2.1 Γενική περιγραφή του λογισμικού CX-Programmer για τον προγραμματισμό του CP1H-ΧΑ40DT1-D.....σελ31
- 2.2 Η γλώσσα Ladder.....σελ31
- 2.3 Περιγραφή μερικών από των πιο βασικών πλήκτρων της γραμμής εργαλείων του CX-Programmer.....σελ32

Κεφάλαιο 3^ο: Εντολές σχετικές με απαρίθμηση -έλεγχο των εξόδων & άλλες

- 3.1 Εισαγωγή.....σελ36
- 3.2 Η εντολή PRV2(883).....σελ37
- 3.3 Η εντολή SPED(885).....σελ39
- 3.4 Η εντολή PULS(886).....σελ45
- 3.5 Η εντολή ACC(888).....σελ49
- 3.6 Η εντολή PLS2(887).....σελ54
- 3.7 Η εντολή PWM(891).....σελ60
- 3.8 Η εντολή INI(880).....σελ62
- 3.9 Η εντολή MOV(021).....σελ65
- 3.10 Η εντολή MOVB(082).....σελ66
- 3.11 Οι εντολές SET και RSET.....σελ67
- 3.12 Η εντολή TIM.....σελ67
- 3.13 Προσθέτης +C(402).....σελ68
- 3.14 Αφαιρέτης -C(412).....σελ69
- 3.15 Συγκριτές (300) έως (328).....σελ69

Κεφάλαιο 4^ο: Πρόγραμμα για ρύθμιση στροφών

- 4.1 Γενική περιγραφή του προγράμματος που φτιάχτηκε.....σελ71
- 4.2 Εξήγηση της λειτουργίας του προγράμματος.....σελ72
- 4.3 Το πρόγραμμα που πραγματοποιήθηκε.....σελ73

Βιβλιογραφία.....σελ77

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Ο ΛΟΓΙΚΟΣ ΕΛΕΓΚΤΗΣ CP1H-XA40DT1-D

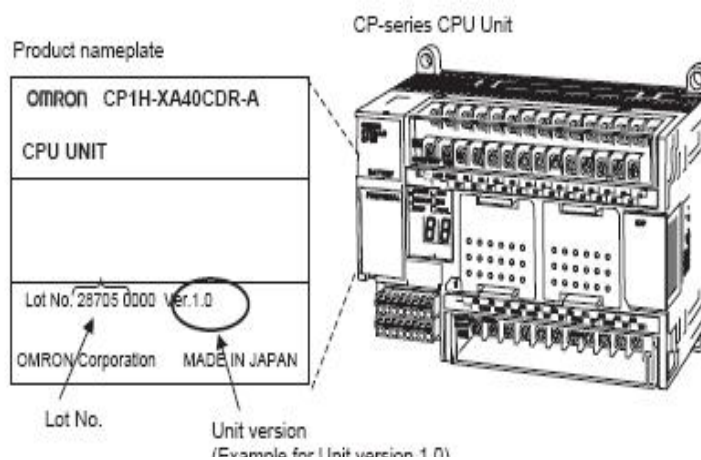
1.1 Γενική περιγραφή του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή CP1H-XA40DT1-D

Για τον έλεγχο θέσης του βηματικού κινητήρα χρησιμοποιήσαμε το PLC της εταιρίας OMRON και μοντέλο CP1H-XA40DT1-D. Το XA σημαίνει ότι υπάρχουν ενσωματωμένες αναλογικές εισοδοι και έξοδοι. Το 40 είναι το σύνολο των κανονικών εισόδων και εξόδων. Το D σημαίνει ότι εισοδοι είναι dc. Το γράμμα T δηλώνει ότι οι έξοδοι του PLC είναι με τρανζίστορ και όχι με ρελαί, το 1 στο T1 δηλώνει ότι έχουμε sourcing outputs δηλαδή το ρεύμα είναι εξερχόμενο από τις εξόδους (σε συνδυασμό με συγκεκριμένη συνδεσμολογία της τάσης τροφοδοσίας στις εξόδους και του φορτίου όπως αυτή προτείνεται στα εγχειρίδιο λειτουργίας), ενώ το γράμμα –D δηλώνει ότι η τροφοδοσία είναι 24Vdc (και όχι 100-240VAC). Το συγκεκριμένο PLC ανήκει στην ομάδα των συμπαγή PLC.

Ο προγραμματισμός του πραγματοποιείται με την χρήση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Η επικοινωνία μεταξύ του PLC και του ηλεκτρονικού υπολογιστή πραγματοποιείται με την χρήση ενός ειδικού καλωδίου (USB cable). Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής πρέπει να είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο λογισμικό (το CX-one της εταιρίας OMRON) ώστε να είναι δυνατή η δημιουργία του επιθυμητού προγράμματος.

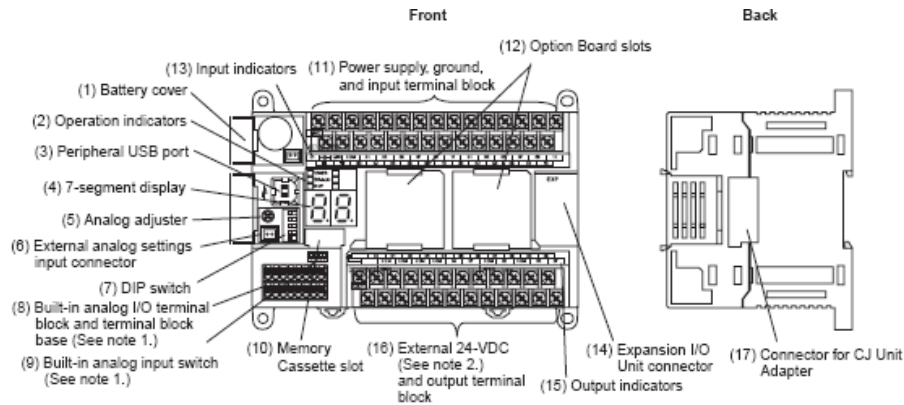
1.2 Εξωτερικά χαρακτηριστικά του PLC

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το PLC:



Σχήμα 1.1 Το PLC που χρησιμοποιήθηκε.

Στο σχήμα 1.2 επεξηγούνται τα διάφορα τμήματα του PLC.



Σχήμα 1.2 Εξήγηση των τμημάτων του PLC.

1. Κάλυμμα μπαταρίας.
2. Ενδεικτικά χειρισμού.
3. Είσοδος USB για περιφερειακά.
4. Ενδεικτικό (display) 7-segment.
5. Αναλογικός ρυθμιστής (χειροκίνητο με κατσαβίδι).
6. Υποδοχή για ρύθμιση από εξωτερική αναλογική πηγή τάσης.
7. Διακόπτης DIP.
8. Ενσωματωμένες αναλογικές εισόδους και εξόδους (A/D και D/A).
9. Διακόπτης για την ρύθμιση των αναλογικών εισόδων A/D.
10. Θέση για κάρτα μνήμης.
11. Τροφοδοσία, γείωση, εισόδους του συστήματος.
12. Θέσεις για την τοποθέτηση μονάδων για επικοινωνία μέσω RS232C ή RS422/485.
13. Ενδεικτικά εισόδων.
14. Υποδοχή για σύνδεση μονάδα επέκτασης I/O (δηλαδή επιπλέον εισόδων και εξόδων).
15. Ενδεικτικά εξόδων.
16. Έξοδοι του συστήματος.
17. Υποδοχή για σύνδεση με την μονάδα CJ.

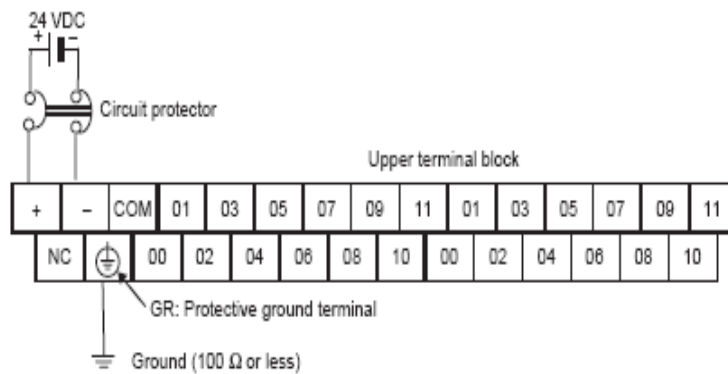
1.3 Διάφορα τεχνικά χαρακτηριστικά του PLC

Στην συνέχεια θα περιγράψουμε με μεγαλύτερη λεπτομέρεια μερικά από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου PLC.

1.3.1 Τροφοδοσία

Απαιτείται εξωτερική πηγή τροφοδοσίας συνεχούς τάσης 24 Volts DC. Η μέγιστη κατανάλωση ανά PLC είναι 50 watt. Η πηγή θα πρέπει να έχει δυνατότητα απομόνωσης σε περίπτωση που δημιουργηθεί κάποιο σφάλμα στο κύκλωμα τροφοδοσίας ώστε να μην έχουμε την καταστροφή-βλάβη του προγραμματιζόμενου λογικού ελεγκτή.

DC Power Supply Wiring



Σχήμα 1.3 Στην εικόνα φαίνεται η καλωδίωση της τροφοδοσίας του PLC καθώς και η σύνδεση της γείωσης για σωστή λειτουργία.

1.3.2 Περιγραφή των εισόδων

Στην συνέχεια θα γίνει μία περιγραφή των εισόδων όσον αφορά τα είδη αυτών και τις δυνατότητές τους, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς επίσης τον τρόπο διασύνδεσής τους και των διαφόρων τρόπων λειτουργίας τους.

A) Είδη και δυνατότητες αυτών

Οι είσοδοι διακρίνονται σε κάποια είδη ανάλογα με την ταχύτητα απόκρισής τους και τον τρόπο χρήσης και λειτουργίας. Όπως φαίνεται στον επόμενο πίνακα υπάρχουν 2 τρόποι λειτουργίας:

- α) εισόδου (input operation)
- β) μετρητή υψηλής ταχύτητας (high-speed counter operation)

Όσον αφορά τους τύπους εισόδου, υπάρχουν οι εξής 3:

- α) normal
- β) interrupt
- γ) quick response

Πίνακας 1.1 Είδη εισόδων και η διάκρισή τους.

Setting Input Functions in the PLC Setup

Functions for the normal input terminals in the built-in inputs can be individually allocated by making selections in the PLC Setup.

Input terminal block		Input operation			High-speed counter operation	Origin search function
Word	Bit	Normal inputs	Interrupt inputs (See note.)	Quick-response inputs	High-speed counters 0 to 3 set to be used.	Origin search function for pulse outputs 0 to 3 set to be used.
CIO 0	00	Normal input 0	Interrupt input 0	Quick-response input 0	---	Pulse 0: Origin input signal
	01	Normal input 1	Interrupt input 1	Quick-response input 1	High-speed counter 2 (phase-Z/reset)	Pulse 0: Origin proximity input signal
	02	Normal input 2	Interrupt input 2	Quick-response input 2	High-speed counter 1 (phase-Z/reset)	Pulse output 1: Origin input signal
	03	Normal input 3	Interrupt input 3	Quick-response input 3	High-speed counter 0 (phase-Z/reset)	Pulse output 1: Origin proximity input signal
	04	Normal input 4	---	---	High-speed counter 2 (phase-A, increment, or count input)	---
	05	Normal input 5	---	---	High-speed counter 2 (phase-B, decrement, or direction input)	---
	06	Normal input 6	---	---	High-speed counter 1 (phase-A, increment, or count input)	---
	07	Normal input 7	---	---	High-speed counter 1 (phase-B, decrement, or direction input)	---
	08	Normal input 8	---	---	High-speed counter 0 (phase-A, increment, or count input)	---
	09	Normal input 9	---	---	High-speed counter 0 (phase-B, decrement, or direction input)	---
	10	Normal input 10	---	---	High-speed counter 3 (phase-A, increment, or count input)	---
	11	Normal input 11	---	---	High-speed counter 3 (phase-B, decrement, or direction input)	---
CIO 1	00	Normal input 12	Interrupt input 4	Quick-response input 4	High-speed counter 3 (phase-Z/reset)	Pulse output 2: Origin input signal
	01	Normal input 13	Interrupt input 5	Quick-response input 5	---	Pulse output 2: Origin proximity input signal
	02	Normal input 14	Interrupt input 6	Quick-response input 6	---	Pulse output 3: Origin input signal
	03	Normal input 15	Interrupt input 7	Quick-response input 7	---	Pulse output 3: Origin proximity input signal
	04	Normal input 16	---	---	---	---
	05	Normal input 17	---	---	---	---
	06	Normal input 18	---	---	---	---
	07	Normal input 19	---	---	---	---
	08	Normal input 20	---	---	---	---
	09	Normal input 21	---	---	---	---
	10	Normal input 22	---	---	---	---
	11	Normal input 23	---	---	---	---

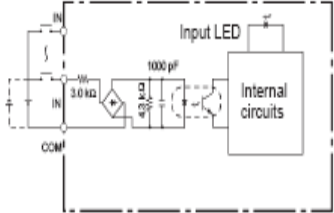
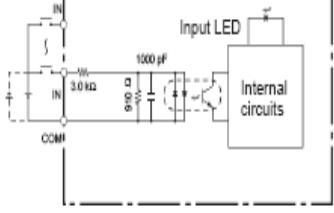
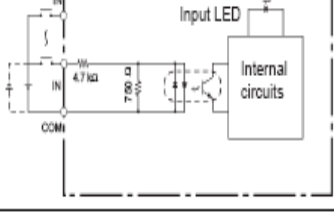
Note Set using the MSKS instruction in direct mode or counter mode.

B) Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών

Στα σήματα εισόδου θα πρέπει η τάση να είναι 24Vdc με ακρίβεια -15% έως +10% , δηλαδή να κυμαίνεται μεταξύ 20,4 έ-ως 26,4 Volts DC. Το ρεύμα το οποίο διεγείρει τις εισόδους θα πρέπει να είναι περίπου 7,5 mA. Λόγο του ότι οι είσοδοι διαθέτουν ηλεκτρονικά στοιχεία για να λειτουργήσουν απορροφούν κάποιο ρεύμα από την τροφοδοσία όταν είναι ενεργοποιημένες. Με βάση τις πληροφορίες του κατασκευαστή. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζονται τα ηλεκτρονικά κυκλώματα εισόδου με τα χαρακτηριστικά τους

Input Specifications

Normal Inputs

Item	Specification		
	CIO 0.04 to CIO 0.11	CIO 0.00 to CIO 0.03 and CIO 1.00 to CIO 1.03	CIO 1.04 to CIO 1.11
Input voltage	24 VDC $+10\%$ / -15%		
Applicable inputs	2-wire sensors		
Input impedance	3.0 k Ω	3.0 k Ω	4.7 k Ω
Input current	7.5 mA typical	7.5 mA typical	5 mA typical
ON voltage	17.0 VDC min.	17.0 VDC min.	14.4 VDC min.
OFF voltage/current	1 mA max. at 5.0 VDC max.	1 mA max. at 5.0 VDC max.	1 mA max. at 5.0 VDC max.
ON delay	2.5 μ s max.	50 μ s max.	1 ms max.
OFF delay	2.5 μ s max.	50 μ s max.	1 ms max.
Circuit configuration	<p>Input bits: CIO 0.04 to CIO 0.11</p>  <p>Input bits: CIO 0.00 to CIO 0.03, CIO 1.00 to CIO 1.03</p>  <p>Input bits: CIO 1.04 to CIO 1.11</p> 		

Σχήμα 1.4 Ηλεκτρονικά κυκλώματα των εισόδων του PLC.

Είσοδοι τύπου μετρητή υψηλής ταχύτητας (High speed counter inputs)

Οι είσοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως high speed counter φαίνονται στον επόμενο πίνακα. Αυτές μπορούν να λειτουργούν με 4 διαφορετικούς τρόπους:

- α) διαφορικής εισόδου (Differential phase mode)
- β) παλμοί και κατεύθυνση (Pulse plus direction input mode)
- γ) πάνω/κάτω (Up/Down input mode)
- δ) αύξησης (Increment mode)

Αυτοί οι τρόποι θα εξηγηθούν πιο αναλυτικά σε επόμενη παράγραφο.

	Differential phase mode	Pulse plus direction input mode	Up/down input mode	Increment mode
CIO 0.04, CIO 0.06, CIO 0.08, CIO 0.10	A-phase pulse input	Pulse input	Increment pulse input	Increment pulse input
CIO 0.05, CIO 0.07, CIO 0.09, CIO 0.11	B-phase pulse input	Direction input	Decrement pulse input	Normal input
CIO 0.01, CIO 0.02, CIO 0.03, CIO 1.00	Z-phase pulse input or hardware reset input (Can be used as ordinary inputs when high-speed counter is not being used.)			
Max. count frequency	50 kHz (4x)	100 kHz		

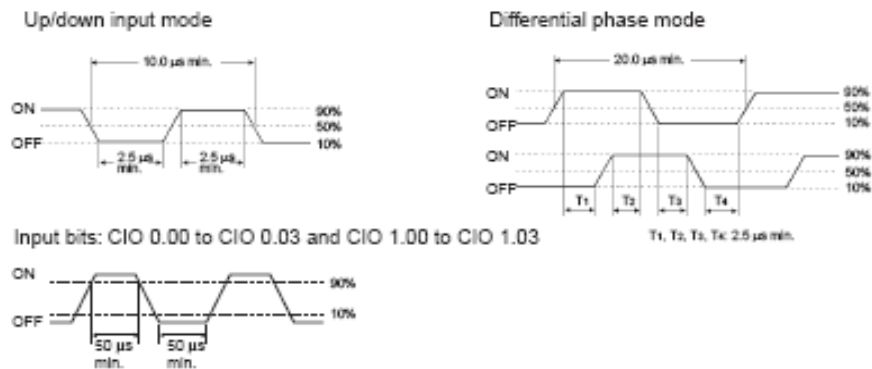
Input Bits for High-speed Counters

	Phase A	Phase B	Phase Z
High-speed counter 0	CIO 0.08	CIO 0.09	CIO 0.03
High-speed counter 1	CIO 0.06	CIO 0.07	CIO 0.02
High-speed counter 2	CIO 0.04	CIO 0.05	CIO 0.01
High-speed counter 3	CIO 0.10	CIO 0.11	CIO 1.00

Input Bits Phase A: CIO 0.04, CIO 0.06, CIO 0.08, CIO 0.10

Phase B: CIO 0.05, CIO 0.07, CIO 0.09, CIO 0.11

Pulse plus direction input mode, Increment mode



Σχήμα 1.5 Χαρακτηριστικά εισόδων υψηλής ταχύτητας.

Είσοδοι διακοπής και ταχείας απόκρισης (Interrupt Inputs and Quick Response Inputs)

Input bits CIO 0.00 to CIO 0.03 and CIO 1.00 to CIO 1.03 can be used not only as normal inputs but also as interrupt or quick-response inputs depending on the settings in the PLC Setup.

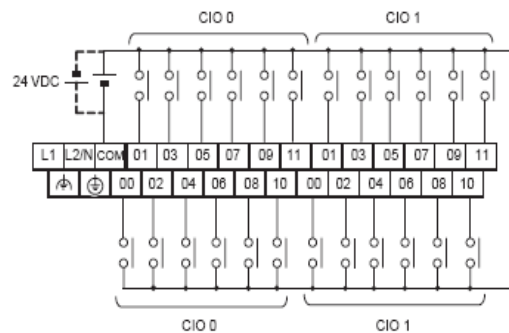
Input bit	Interrupt inputs	Quick-response inputs
CIO 0.00	Interrupt input 0	Quick-response input 0
CIO 0.01	Interrupt input 1	Quick-response input 1
CIO 0.02	Interrupt input 2	Quick-response input 2
CIO 0.03	Interrupt input 3	Quick-response input 3
CIO 1.00	Interrupt input 4	Quick-response input 4
CIO 1.01	Interrupt input 5	Quick-response input 5
CIO 1.02	Interrupt input 6	Quick-response input 6
CIO 1.03	Interrupt input 7	Quick-response input 7

The ON/OFF response time is 8 ms for normal inputs, but it can be changed in the PLC Setup to 0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16, or 32 ms.

Σχήμα 1.6: Χαρακτηριστικά των εισόδων διακοπής και των εισόδων ταχείας απόκρισης

Γ) Συνδεσμολογία διασύνδεσης

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η διασύνδεση των εισόδων.



Σχήμα 1.7 Διασύνδεση των εισόδων.

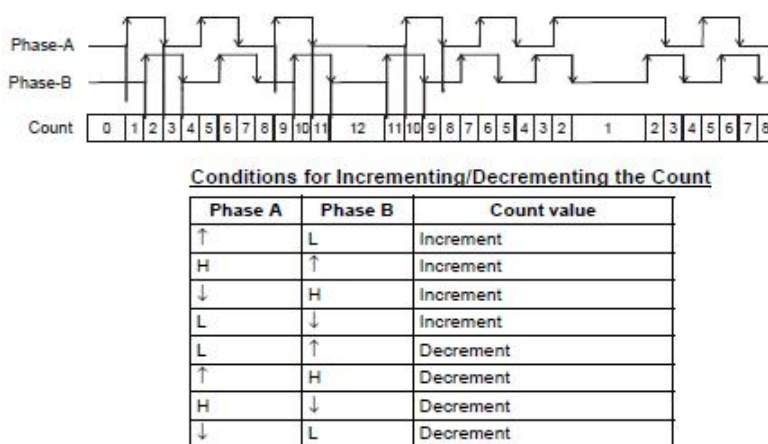
Η διασύνδεση των εισόδων (normal inputs) γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο ο οποίος έχει καθοριστεί από τον κατασκευαστή. Απ' ότι βλέπουμε και από το προηγούμενο σχήμα υπάρχει μια κοινή επαφή (ο ακροδέκτης COM) για όλες τις εισόδους, στην οποία συνδέεται ο ένας ακροδέκτης της πηγής (θετικός ή αρνητικός), ενώ ο άλλος ακροδέκτης συνδέεται σε κάποιο but-ton το οποίο καταλήγει σε κάποια είσοδο. Κάθε φορά που πατιέται το αντίστοιχο button, η τάση μεταφέρεται στην αντίστοιχη είσοδο με αποτέλεσμα να λαμβάνεται σήμα από αυτήν (να δίνεται εντολή σ' αυτήν).

Δ) Τρόποι λειτουργίας των εισόδων τύπου counter (counter input modes)

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως οι τρόποι για την λειτουργία των high speed counters είναι οι εξής 4:

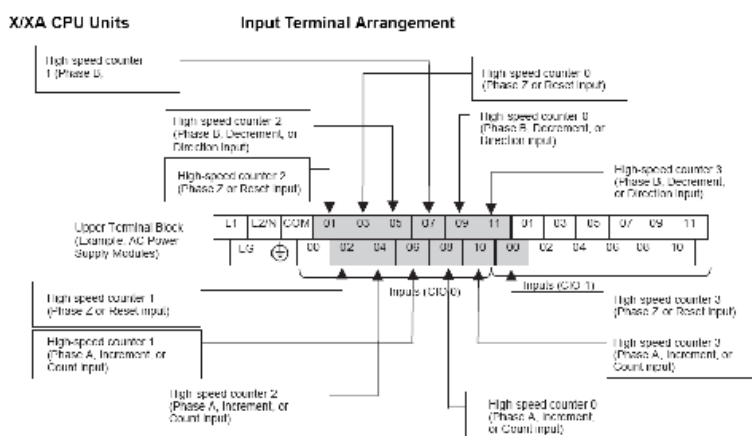
- α) διαφορικής εισόδου (Differential phase mode)
- β) παλμοί και κατεύθυνση (Pulse plus direction input mode)
- γ) πάνω/κάτω (Up/Down input mode)
- δ) αύξησης (Increment mode)

α) διαφορικής εισόδου (Differential phase mode)



Σχήμα 1.8 Differential phase mode.

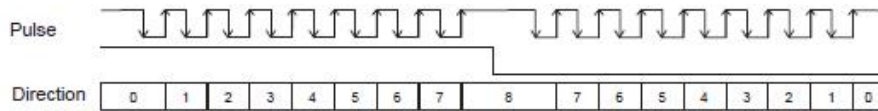
Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί σήμα 2 φάσεων (Phase-A και Phase-B) και αυξάνει/μειώνει την αρίθμηση ανάλογα με σχετική θέση των παλμών των δύο σημάτων όπως φαίνεται στο σχήμα. Αυτό μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητό με την βοήθεια του επόμενου σχήματος, όπου φαίνεται η διάταξη εισόδων του PLC.



Σχήμα 1.9 Διάταξη των διαφόρων τύπων των εισόδων του PLC.

Δηλαδή κάθε μετρητής έχει 3 εισόδους από τις οποίες οι 2 είναι η φάση A και η φάση B ενώ η 3^η είναι η φάση Z ή Reset.

β) παλμοί και κατεύθυνση (Pulse plus direction input mode)



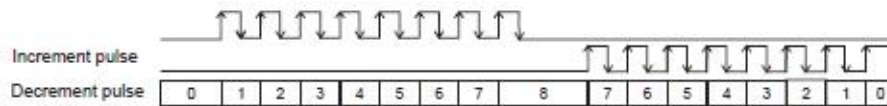
Conditions for Incrementing/Decrementing the Count

Direction signal	Pulse signal	Count value
↑	L	No change
H	↑	Increment
↓	H	No change
L	↓	No change
L	↑	Decrement
↑	H	No change
H	↓	No change
↓	L	No change

Σχήμα 1.10 Pulse plus direction input mode.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, σε αυτήν την μέθοδο ή 1^η από τις 3 εισόδους του κάθε μετρητή είναι οι παλμοί, και η 2^η είναι το σήμα κατεύθυνσης. Η αρίθμηση των παλμών αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με το status (ON ή OFF) του σήματος κατεύθυνσης.

γ) πάνω/κάτω (Up/Down input mode)



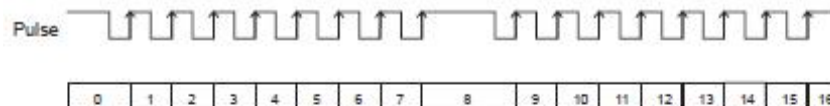
Conditions for Incrementing/Decrementing the Count

Decrement pulse	Increment pulse	Count value
↑	L	Decrement
H	↑	Increment
↓	H	No change
L	↓	No change
L	↑	Increment
↑	H	Decrement
H	↓	No change
↓	L	No change

Σχήμα 1.11 Up/Down input mode.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, σε αυτήν την μέθοδο όταν εισέρχονται παλμοί στην 1^η είσοδο του μετρητή τότε αυτός αυξάνεται, ενώ όταν εισέρχονται παλμοί στην 2^η είσοδο του τότε αυτός μειώνεται.

δ) αύξησης (Increment mode)



Conditions for Incrementing/Decrementing the Count

Pulse	Count value
↑	Increment
H	No change
↓	No change
L	No change

Σχήμα 1.12 Increment mode.

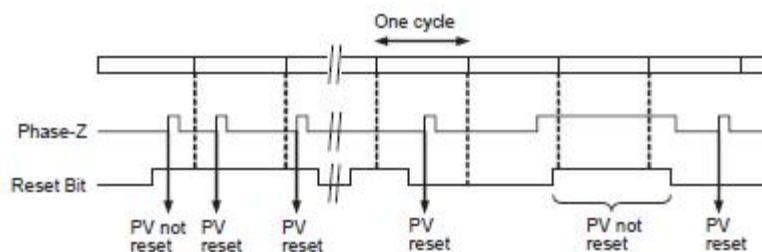
Σε αυτήν την μέθοδο η απαρίθμηση των παλμών γίνεται από μία μόνο είσοδο και είναι μόνο αύξουσα.

E) Μέθοδοι Reset (Reset Methods) για την PV των εισόδων τύπου counter

Οι μέθοδοι για reset των counter inputs είναι οι εξής:

- α) Phase Z signal μαζί με software reset
- β) software reset

α) Phase Z signal μαζί με software reset

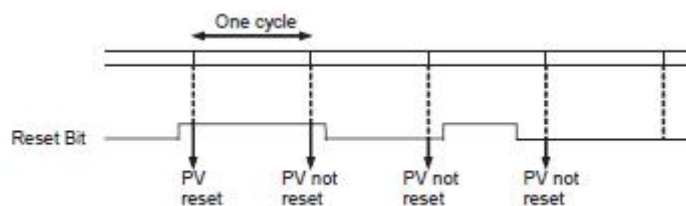


Σχήμα 1.13 Phase-Z Signal + Software Reset

Οι μετρητές υψηλής ταχύτητας μηδενίζονται όταν το σήμα της φάσης Z πηγαίνει από το OFF στο ON ενώ το αντίστοιχο Reset Bit του υψηλής ταχύτητας μετρητή είναι ON. Η μονάδα του CPU αναγνωρίζει την κατάσταση ON του Reset Bit του μετρητή υψηλής ταχύτητας μόνο στην αρχή του κύκλου του PLC. Κατά συνέπεια όταν το Reset Bit είναι ON στο πρόγραμμα, το σήμα

της φάσης Z δεν θα επιφέρει καμία αλλαγή μέχρι τον επόμενο κύκλο του PLC.

β) software reset



Σχήμα 1.14 Software reset.

Οι μετρητές υψηλής ταχύτητας μηδενίζονται όταν αντίστοιχα το Reset Bit τους πηγαίνει από το OFF στο ON. Η μονάδα της CPU αναγνωρίζει τη μετάβαση από το OFF στο ON μόνο κατά την εκκίνηση του κύκλου του PLC. Η διαδικασία επανεκκίνησης του μετρητή γίνεται εκείνη την ίδια στιγμή. Επίσης η μετάβαση από OFF σε ON δεν θα αναγνωριστεί εάν γίνει εντός του ίδιου κύκλου.

1.3.3 Περιγραφή των εξόδων

Στην συνέχεια θα γίνει μία περιγραφή των εξόδων όσον αφορά τα είδη αυτών και τις δυνατότητές τους, τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους καθώς επίσης τον τρόπο διασύνδεσής τους και των διαφόρων τρόπων λειτουργίας τους

A) Είδη και δυνατότητες αυτών.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι έξοδοι και οι τρόποι λειτουργίας τους.

Πίνακας 1.2 Είδη εξόδων και η διάκρισή τους.

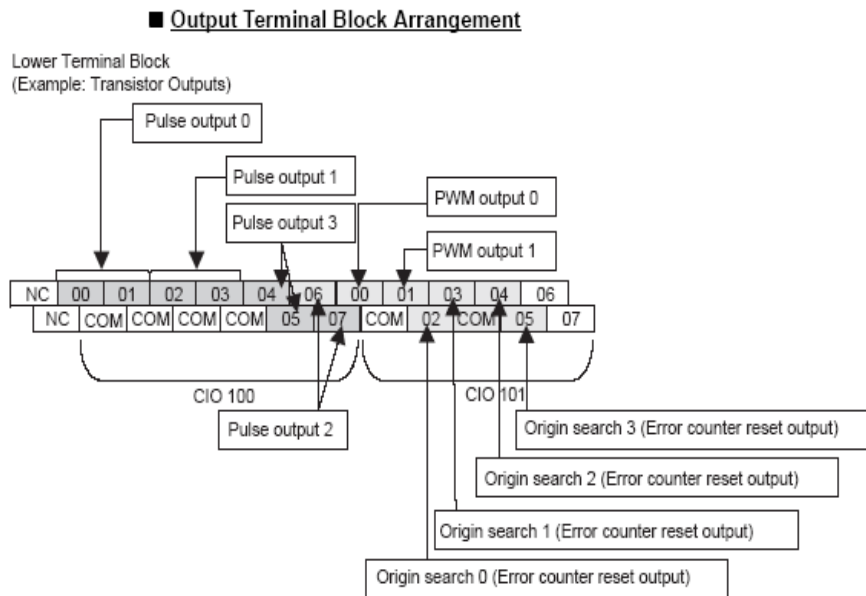
Output terminal block		When the instructions to the right are not executed	When a pulse output instruction (SPED, ACC, PLS2, or ORG) is executed		When the origin search function is enabled in the PLC Setup, and an origin search is executed by the ORG instruction	When the PWM instruction is executed
Word	Bit	Normal output	Fixed duty factor pulse output			Variable duty factor pulse output
			CW/CCW	Pulse plus direction	When the origin search function is used	PWM output
CIO 100	00	Normal output 0	Pulse output 0 (CW) fixed	Pulse output 0 (pulse) fixed	---	---
	01	Normal output 1	Pulse output 0 (CCW) fixed	Pulse output 1 (pulse) fixed	---	---
	02	Normal output 2	Pulse output 1 (CW) fixed	Pulse output 0 (direction) fixed	---	---
	03	Normal output 3	Pulse output 1 (CCW) fixed	Pulse output 1 (direction) fixed	---	---
	04	Normal output 4	Pulse output 2 (CW)	Pulse output 2 (pulse)	---	---
	05	Normal output 5	Pulse output 2 (CCW)	Pulse output 2 (direction)	---	---
	06	Normal output 6	Pulse output 3 (CW)	Pulse output 3 (pulse)	---	---
	07	Normal output 7	Pulse output 3 (CCW)	Pulse output 3 (direction)	---	---
CIO 101	00	Normal output 8	---	---	---	PWM output 0
	01	Normal output 9	---	---	---	PWM output 1
	02	Normal output 10	---	---	Origin search 0 (Error counter reset output)	---
	03	Normal output 11	---	---	Origin search 1 (Error counter reset output)	---
	04	Normal output 12	---	---	Origin search 2 (Error counter reset output)	---
	05	Normal output 13	---	---	Origin search 3 (Error counter reset output)	---
	06	Normal output 14	---	---	---	---
	07	Normal output 15	---	---	---	---

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα υπάρχουν 2 τρόποι λειτουργίας των εξόδων:

- α) κανονικές (normal outputs)
- β) έξοδοι παλμών (pulse outputs)

Επίσης οι έξοδοι παλμών χωρίζονται πάλι σε 2 κατηγορίες:

- α) έξοδοι παλμών με σταθερό και συγκεκριμένο βαθμό εργασίας (fixed duty factor pulse output)
- β) έξοδοι παλμών με μεταβλητό βαθμό εργασίας (variable duty factor pulse output) ή έξοδοι PWM.



Σχήμα 1.15 Διάταξη των διάφορων τύπων εξόδων παλμών.

B) Προδιαγραφές και τεχνικά χαρακτηριστικά αυτών

Οι έξοδοι αποτελούνται και αυτοί από ηλεκτρονικά στοιχεία (τρανζίστορ) τα οποία για να λειτουργήσουν και να δώσουν ρεύμα στα φορτία που είναι διασυνδεδεμένα σε αυτές θέλουν τάση από 4,5 έως 30 Volts DC. Αυτή η τάση με την οποία θα τροφοδοτούνται τα φορτία στις διάφορες εξόδους είναι

ανεξάρτητη από την τάση η οποία τροφοδοτεί το PLC. Η τάση τροφοδοσίας των διασυνδεδεμένων φορτίων στις εξόδους εξασφαλίζεται με την χρήση εξωτερικού τροφοδοτικού.

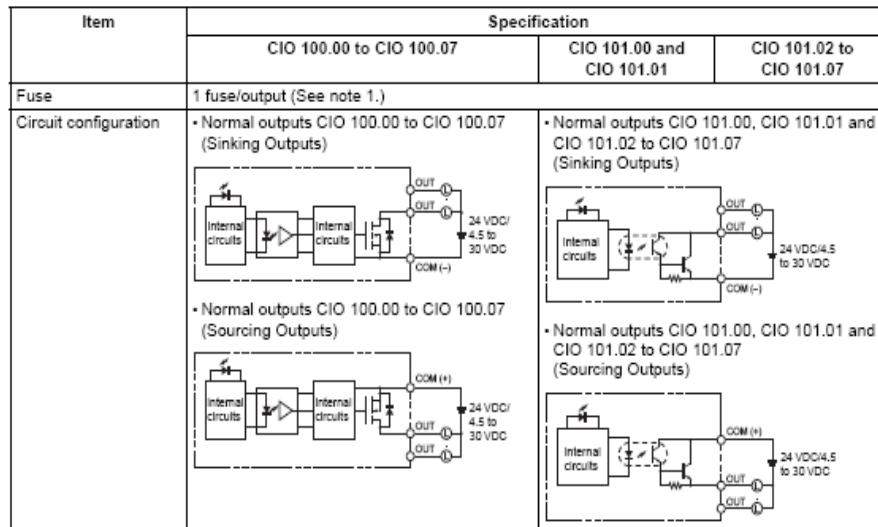
Πίνακας 1.3 Χαρακτηριστικά των εξόδων όταν λειτουργούν ως κανονικές (normal outputs).

Transistor Outputs (Sinking or Sourcing)

Normal Outputs

Item	Specification		
	CIO 100.00 to CIO 100.07	CIO 101.00 and CIO 101.01	CIO 101.02 to CIO 101.07
Max. switching capacity	4.5 to 30 VDC, 300 mA/output, 0.9 A/common, 3.6 A/Unit (See notes 2 and 3.)		
Min. switching capacity	4.5 to 30 VDC, 1 mA		
Leakage current	0.1 mA max.		
Residual voltage	0.6 V max.	1.5 V max.	
ON delay	0.1 ms max.		
OFF delay	0.1 ms max.	1 ms max.	

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται των το ηλεκτρονικό κύκλωμα εξόδων.



Σχήμα 1.16 Ηλεκτρονικά κυκλώματα των εξόδων.

Σημείωση: Το συνολικό ρεύμα των εξόδων CIO 100.00 έως C100.03 δεν πρέπει να ξεπερνάει την τιμή των 0.9 A. Επίσης αν η θερμοκρασία παραμένει κάτω των 50°C η COM μπορεί να δεχτεί ρεύμα μέχρι 0.9 A.

Πίνακας 1.4 Χαρακτηριστικά των εξόδων όταν λειτουργούν ως έξοδοι παλμών (pulse output)

Pulse Outputs (CIO 100.00 to CIO 100.07).

Item	Specification
Max. switching capacity	30 mA/4.75 to 28.4 VDC
Min. switching capacity	7 mA/4.75 to 28.4 VDC
Max. output frequency	100 kHz
Output waveform	<p>The diagram shows a square wave pulse. The rising edge is labeled 'ON' and reaches 90% of the high level. The falling edge is labeled 'OFF' and reaches 10% of the high level. The minimum pulse width is indicated as 2 μs min. and the minimum off-time is 4 μs min.</p>

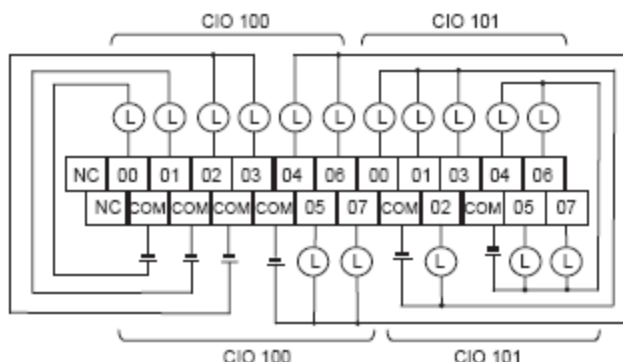
Πίνακας 1.5 Χαρακτηριστικά των εξόδων όταν λειτουργούν ως έξοδοι παλμών PWM.

PWM outputs (CIO 101.00 to CIO 101.01)

Item	Specification
Max. switching capacity	30 mA/4.75 to 28.4 VDC
Max. output frequency	1 kHz
PWM output accuracy	For ON duty +5%, -0%/1 kHz output.
Output waveform	<p>The diagram shows a square wave pulse. The period is labeled 'T' and the pulse width is 'ton'. The ON duty cycle is defined as $ON\ duty = \frac{ton}{T} \times 100\%$.</p>

Γ) Συνδεσμολογία διασύνδεσης

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η συνδεσμολογία των φορτίων στις διάφορες εξόδους του PLC.



Σχήμα 1.17 Διασύνδεση των διαφόρων εξόδου του PLC.

Οι έξοδοι του PLC χωρίζονται σε 2 ομάδες, τις CIO 100 και CIO 101. Παρατηρούμε ότι για τις εξόδους CIO 100 η 00 και η 01 έχουν ξεχωριστό COM, ενώ η 02 κοινό με την 03, και η 04 κοινό με 05, 06 και 07. Αντίστοιχα στις εξόδους CIO 101 οι 00, 01, 02, και 03 έχουν κοινό COM, και η 04 κοινό με 05, 06 και 07. Η τάση με την οποία θα τροφοδοτείται η συσκευή-φορτίο εξόδου μπορεί να είναι από 4.5 έως το πολύ 30 Volts, η οποία είναι ξεχωριστή σε σχέση με την τάση λειτουργίας του PLC.

1.3.4 Χαρακτηριστικά και οργάνωση της μνήμης

Στους επόμενους πίνακες και σχήματα φαίνεται η οργάνωση της μνήμης.

Πίνακας 1.6 Οργάνωση της μνήμης.

Type	X CPU Units	XA CPU Units	Y CPU Units
Model	CP1H-X40DR-A CP1H-X40DT-D CP1H-X40DT1-D	CP1H-XA40DR-A CP1H-XA40DT-D CP1H-XA40DT1-D	CP1H-Y20DT-D
I/O Areas	Input bits	272 bits (17 words): CIO 0.00 to CIO 16.15	
	Output bits	272 bits (17 words): CIO 100.00 to CIO 116.15	
	Built-in Analog Input Area	---	CIO 200 to CIO 203
	Built-in Analog Output Area	---	CIO 210 to CIO 211
	Data Link Area	3,200 bits (200 words): CIO 1000.00 to CIO 1119.15 (words CIO 1000 to CIO 1119)	
	CJ-series CPU Bus Unit area	6,400 bits (400 words): CIO 1500.00 to CIO 1899.15 (words CIO 1500 to CIO 1899)	
	CJ-series Special I/O Unit Area	15,360 bits (960 words): CIO 2000.00 to CIO 2959.15 (words CIO 2000 to CIO 2959)	
	Serial PLC Link Area	1,440 bits (90 words): CIO 3100.00 to CIO 3189.15 (words CIO 3100 to CIO 3189)	
	DeviceNet Area	9,600 bits (600 words): CIO 3200.00 to CIO 3799.15 (words CIO 3200 to CIO 3799)	
	Work bits	4,800 bits (300 words): CIO 1200.00 to CIO 1499.15 (words CIO 1200 to CIO 1499) 37,504 bits (2,344 words): CIO 3800.00 to CIO 6143.15 (words CIO 3800 to CIO 6143)	
Work bits	8,192 bits (512 words): W000.00 to W511.15 (words W0 to W511)		
TR Area	16 bits: TR0 to TR15		
HR Area	8,192 bits (512 words): H0.00 to H511.15 (words H0 to H511)		
AR Area	Read-only (Write-prohibited) 7,168 bits (448 words): A0.00 to A447.15 (words A0 to A447) Read/Write 8,192 bits (512 words): A448.00 to A959.15 (words A448 to A959)		
Timers	4,096 bits: T0 to T4095		
Counters	4,096 bits: C0 to C4095		
DM Area	32 Kwords: D0 to D32767 Note Initial data can be transferred to the CPU Unit's built-in flash memory using the data memory initial data transfer function. A setting in the PLC Setup can be used so that the data in flash memory is transferred to RAM at startup. DM Area words for CJ-series Special I/O Units: D20000 to D29599 (100 words × 96 Units) DM Area words for CJ-series CPU Bus Units: D30000 to D31599 (100 words × 16 Units) DM fixed allocation words for Modbus-RTU Easy Master D32200 to D32249 for Serial Port 1, D32300 to D32349 for Serial Port 2		
Data Register Area	16 registers (16 bits): DR0 to DR15		
Index Register Area	16 registers (16 bits): IR0 to IR15		
Task Flag Area	32 flags (32 bits): TK0000 to TK0031		
Trace Memory	4,000 words (500 samples for the trace data maximum of 31 bits and 6 words.)		

Word	Bit 15	0
CIO 0	Input Area	
CIO 16		
CIO 17	Not used (see note).	
CIO 99		
CIO 100	Output Area	
CIO 116		
CIO 117	Not used (see note).	
CIO 199		
CIO 200	Built-in Analog I/O Areas	
CIO 211		
CIO 212	Not used (see note).	
CIO 999		
CIO 1000	Data Link Area	
CIO 1199		
CIO 1200	Work Area	
CIO 1499		
CIO 1500	CPU Bus Unit Area (25 words/Unit)	
CIO 1899		
CIO 1900	Not used (see note).	
CIO 1999		
CIO 2000	Special Unit Area (10 words/Unit)	
CIO 2959		
CIO 2960	Not used (see note).	
CIO 3100		
(CIO 3199)	Serial PLC Link Area	
CIO 3200		
CIO 3799	DeviceNet Area	
CIO 3800		
CIO 6143	Work Area	

Σχήμα 1.18 Οργάνωση της περιοχής μνήμης των εισόδων/εξόδων (CIO) πιο αναλυτικά.

Input area: Αυτές οι θέσεις μνήμης είναι για τις εισόδους του PLC.

Output area: Αυτές οι θέσεις μνήμης είναι για τις εξόδους του PLC.

Built-in Analog Input Area: Αυτές οι θέσεις μνήμης είναι για τις αναλογικές εισόδους.

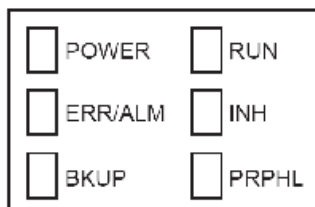
CPU Bus Unit Area: Αυτές οι θέσεις μνήμης χρησιμοποιούνται όταν συνδέονται στο PLC μονάδες CPU Bus της σειράς CJ.

Special I/O Unit Area: Αυτές οι θέσεις μνήμης χρησιμοποιούνται όταν συνδέουμε στο PLC τις ειδικές (Special) μονάδες εισόδων/εξόδων της σειράς CJ.

Serial PLC Link Area: Αυτές οι θέσεις μνήμης χρησιμοποιούνται για την σειριακή επικοινωνία, όταν συνδέονται στο PLC άλλα PLC τύπου CP1H ή CJ1M.

DeviceNet Area: Αυτές οι θέσεις μνήμης χρησιμοποιούνται για επικοινωνία εισόδων/εξόδων από απόσταση με μονάδες DeviceNet της σειράς CJ.

1.3.5 Ενδεικτικά χειρισμού του PLC



Σχήμα 1.19 Ενδεικτικά χειρισμού.

POWER: Όταν το ενδεικτικό αυτό είναι αναμμένο (πράσινο) τότε η συσκευή είναι ενεργοποιημένη.

RUN: Όταν το ενδεικτικό αυτό είναι αναμμένο (πράσινο) τότε η CPU εκτελεί το πρόγραμμα. Σε περίπτωση που το ενδεικτικό δεν είναι αναμμένο τότε αυτό σημαίνει ότι έχει διακοπεί η λειτουργία ή έχει δημιουργηθεί κάποιο επικίνδυνο σφάλμα.

ERR/ALM: Σε περίπτωση δημιουργίας ενός επικίνδυνου σφάλματος εσωτερικού ή εξωτερικού της συσκευής, τότε το ενδεικτικό αυτό είναι μονίμως αναμμένο (κόκκινο) και οι εξόδοι θα τεθούν σε κατάσταση OFF. Σε περίπτωση που αυτό αναβοσβήνει σημαίνει ότι υπάρχει κάποιο σφάλμα το οποίο όμως δεν είναι τόσο επικίνδυνο ώστε να διακοπεί η λειτουργία.

INH: Όταν το ενδεικτικό αυτό είναι αναμμένο (κίτρινο) σημαίνει ότι το bit (A500.15) για το σβήσιμο των εξόδων είναι σε κατάσταση ON. Όλες οι εξόδοι είναι σβηστές.

BKUP: Όταν το ενδεικτικό αυτό είναι αναμμένο (κίτρινο) σημαίνει ότι το πρόγραμμα, οι παράμετροι ή η μνήμη γράφονται, ή είναι υπό προσπέλαση στην ενσωματωμένη μνήμη flash. Επίσης το ενδεικτικό του BKUP είναι αναμμένο κατά τη φάση που επαναφέρονται το πρόγραμμα, οι παράμετροι ή η μνήμη όταν ξεκινάει την λειτουργία του PLC.

PRPHL: Όταν το ενδεικτικό αυτό αναβοσβήνει (κίτρινο) σημαίνει ότι υπάρχει επικοινωνία μεταξύ του PLC και μιας συσκευής μέσω της περιφερειακής θύρας USB.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ CX- PROGRAMMER

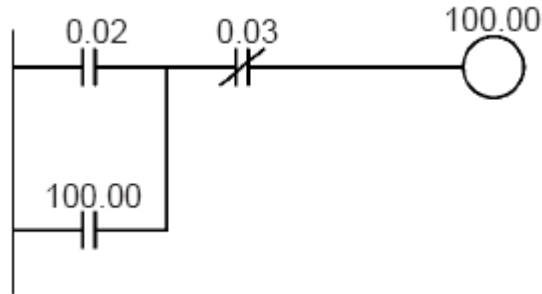
2.1 Γενική περιγραφή του λογισμικού CX- Programmer για τον προγραμματισμό του CP1H-XA40DT1-D.

Με το λογισμικό CX-Programmer της εταιρείας OMRON μπορούμε να προγραμματίζουμε τα διάφορα PLC. Ο προ-γραμματισμός γίνεται αφού πρώτα επιλέξουμε τον σωστό τύπο PLC, λίστα των οποίων μας δίνεται στην αρχή του προ-γράμματος. Αφού κάνουμε τον προγραμματισμό για το PLC που έχουμε επιλέξει, στη συνέχεια το “κατεβάζουμε” σε αυτό. Το πρόγραμμα μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε τον προ-γραμματισμό σε γλώσσα LADDER παρέχοντάς μας τα απαι-τούμενα στοιχεία όπως, ανοικτές επαφές, ηλεκτρονόμους, χρονικά, counters, συγκριτές, αθροιστές κ.τ.λ. Επίσης μας δίνει τη δυνατότητα για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας πριν το περάσουμε στο PLC με την βοήθεια simulator ο οποίος προσο-μοιώνει το PLC.

2.2 Η γλώσσα LADDER

Είναι η πρώτη γλώσσα που αναπτύχθηκε ιστορικά. Η γλώσσα LADDER στην ουσία επιτρέπει τη μεταφορά του ηλεκτρολογικού σχεδίου, μέσω της συσκευής προγραμματισμού στο PLC. Με τη γλώσσα αυτή η εκπαίδευση των τεχνικών, που ήταν συνηθισμένοι στον κλασικό αυτοματισμό, γινόταν εύκολα και γρήγορα, αφού δεν άλλαζε ουσιαστικά την εργασία σχε-διασμού του αυτοματισμού. Η γλώσσα LADDER χρησιμοποιεί το Αμερικάνικο πρότυπο στο σχεδιασμό των ηλεκτρικών επα-φών ή του αυτοματισμού, και όχι Ευρωπαϊκό. Αυτό ίσως οφεί-λεται στο γεγονός ότι τα πρώτα PLC αναπτύχθηκαν στην Αμε-ρική. Όμως στη συνέχεια ο τρόπος αυτός σχεδιασμού αποδείχθηκε ιδιαίτερα βολικός και έτσι διατηρήθηκε και από τις Ευρωπαϊκές εταιρίες με αποτέλεσμα σήμερα να είναι ο πλέον καθιερωμένος.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ένα παράδειγμα προγραμματισμού σε γλώσσα LADDER.

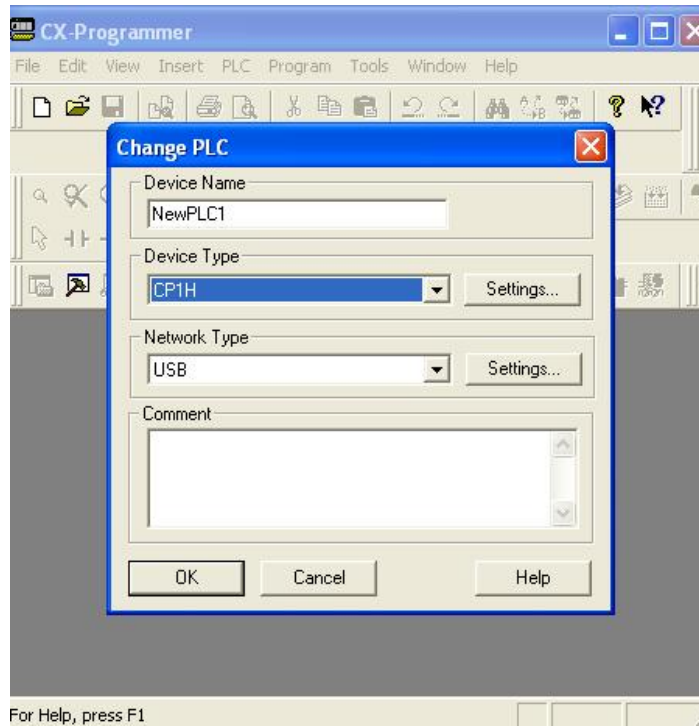


Σχήμα 2.1 Παράδειγμα ελέγχου μιας εξόδου από μια είσοδο με αυτοσυγκράτηση.

Στο πιο πάνω παράδειγμα βλέπουμε πως με το πάτημα ενός μπουτόν που είναι συνδεδεμένο στην είσοδο 0.02, και το οποίο το χρησιμοποιούμε για εκκίνηση (start), η έξοδος 100.00 ενεργοποιείται και μαζί της και η βοηθητική επαφή 100.00. Αυτή χρησιμοποιείται για να κάνει την αυτοσυγκράτηση, δηλαδή η έξοδος να παραμείνει ενεργοποιημένη όση ώρα θέλουμε. Με το πάτημα του μπουτόν που είναι συνδεδεμένο στην είσοδο 0.03, το οποίο είναι τύπου NC (normally closed), το χρησιμοποιούμε για το σταμάτημα της λειτουργίας δηλαδή την απενεργοποίηση της εξόδου. Να σημειωθεί ότι η βοηθητική επαφή 100.00 αντιστοιχεί στον βοηθητικό ηλεκτρονόμο που θα έπρεπε να υπάρχει στο σχέδιο του κλασσικού αυτοματισμού στην περίπτωση που θα θέλαμε να πραγματοποιήσουμε την ίδια λειτουργία με αυτόν τον τρόπο.

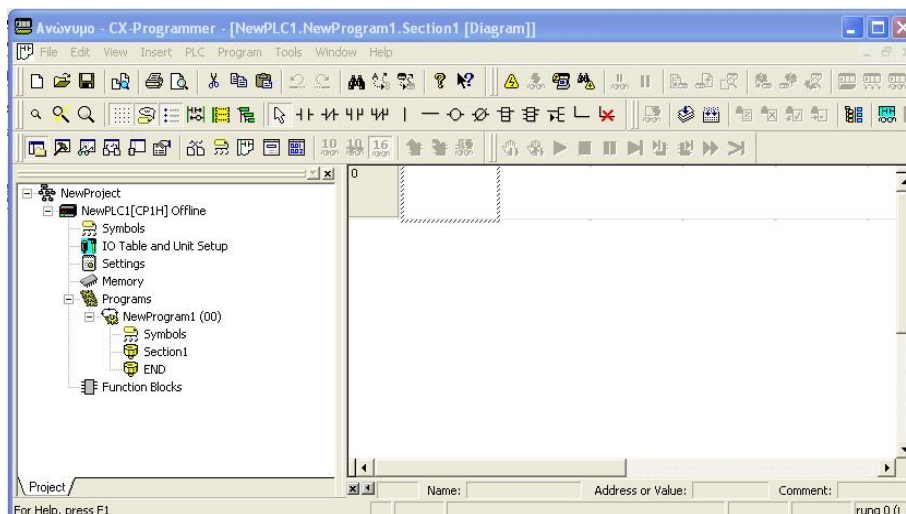
2.3 Περιγραφή μερικών από των πιο βασικών πλήκτρων της γραμμής εργαλείων του CX-Programmer

Μετά την εκκίνηση του CX-Programmer επιλέγουμε **File** → **New** και εμφανίζεται το παράθυρο που φαίνεται στο επόμενο σχήμα και επιλέγουμε τον τύπο CP1H. Στην περίπτωση που στην αρχή επιλέξουμε κάποιο τύπο PLC και στην συνέχεια θέλουμε να κάνουμε του τύπου του PLC μπορούμε από το **NewPLC1[] Offline** → **Change** στο αριστερό παράθυρο του CX- Programmer (βλ. σχήμα 2.3).



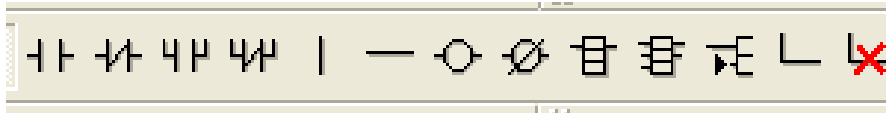
Σχήμα 2.2 Επιλογή τύπου PLC κατά την εκκίνηση του CX-Programmer.

Μετά την επιλογή του τύπου εμφανίζεται το περιβάλλον του CX-Programmer.



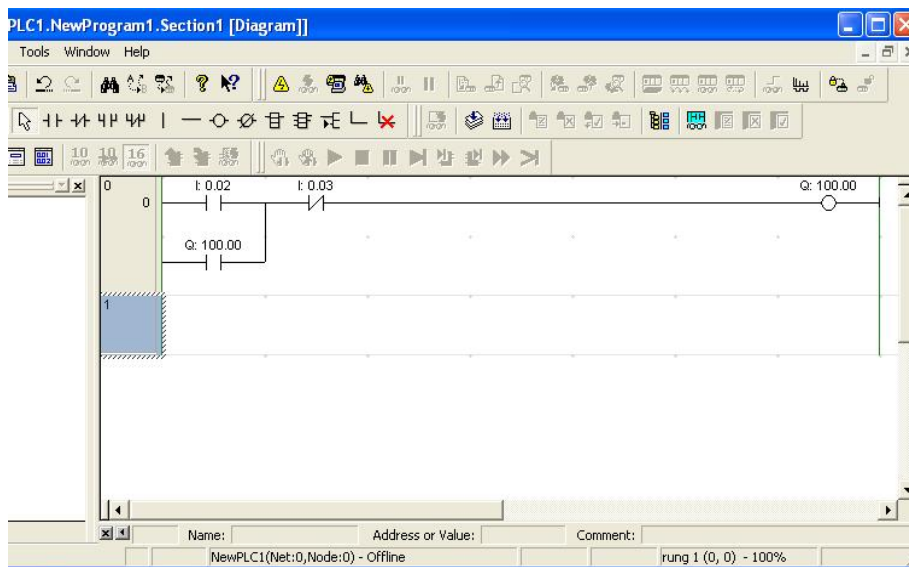
Σχήμα 2.3 Το περιβάλλον του CX- Programmer.

Για την δημιουργία ενός κυκλώματος το πρόγραμμα μας παρέχει τα απαραίτητα στοιχεία τα οποία υπάρχουν στην γραμμή εργαλείων. Αυτά φαίνονται στο επόμενο παράδειγμα.



Σχήμα 2.4 Τα διάφορα στοιχεία που διαθέτει περιβάλλον του CX-Programmer για την δημιουργία ενός προγράμματος.

Ένα απλό παράδειγμα είναι το πιο πάνω όπου πήραμε μια α-νοιχτή επαφή (το 1^ο από αριστερά) την τοποθετήσαμε στην αρχή και στο παράθυρο που μας εμφάνισε της δώσαμε το όνομα που θέλουμε π.χ. 0.02. Στη συνέχεια βάλαμε και τα υπόλοιπα στοιχεία και φτιάξαμε το πρόγραμμα που φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 2.5 Πραγματοποίηση του κυκλώματος του παραδείγματος του σχήματος 2.1 στο περιβάλλον του CX-Programmer.

Στο πρόγραμμά μας μπορούμε να κάνουμε και έλεγχο για λάθη πηγαίνοντας στην επιλογή **Program** του κυρίως menu και επιλέγοντας το **Compile** κάνει

αυτόματα τον έλεγχο και μας εμφανίζει στο κάτω μέρος τα αποτελέσματα. Για να κατεβάσουμε το πρόγραμμα στο PLC πάμε στην επιλογή **PLC** του κυρίως menu και επιλέγουμε **Transfer to PLC**.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΝΤΟΛΕΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΜΕ ΑΠΑΡΙΘΜΙΣΗ -ΕΛΕΓΧΟ ΤΩΝ ΕΞΟΔΩΝ & ΑΛΛΕΣ

3.1 Εισαγωγή

Όταν το PLC βρίσκεται σε κατάσταση λειτουργίας ο μικροεπεξεργαστής 'διαβάζει' τις εισόδους. Δηλαδή ελέγχει για κάθε είσοδο αν έχει 'υψηλή' τάση (λογικό 1) ή καθόλου τάση (λογικό 0). Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας σαν δεδομένα τις τιμές των εισόδων που διάβασε, εκτελεί τις εντολές του προγράμματος. Η εκτέλεση του προγράμματος θα δώσει αποτελέσματα και θα ενεργοποιήσει τις αντίστοιχες εξόδους. Οι εντολές που θα χρησιμοποιήσουμε αφορούν την απαρίθμηση παλμών σε κάποια είσοδο για μέτρηση ταχύτητας καθώς επίσης και την έξοδο παλμών, είτε με σταθερό εύρος και σταθερή ή μεταβαλλόμενη συχνότητα, είτε με σταθερή συχνότητα και με σταθερό ή μεταβαλλόμενο εύρος.

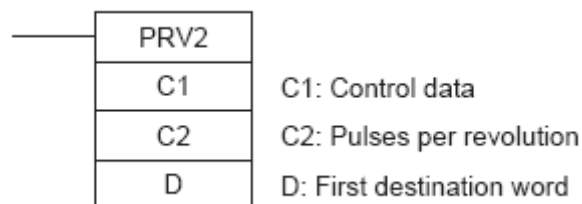
Συγκεκριμένα οι εντολές που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι εξής:

- Η εντολή PRV2(883)
- Η εντολή SPED(885)
- Η εντολή PULS(886)
- Η εντολή ACC(888)
- Η εντολή PLS2(887)
- Η εντολή PWM(891)
- Η εντολή INI(880)
- Η εντολή MOV(21)
- Η εντολή MOV(82)
- Η εντολή SET
- Η εντολή του χρονικού TIM
- Η εντολή του προσθέτη +C(402) και του αφαιρέτη –C(412)
 - Η εντολή για σύγκριση και συγκεκριμένα του συγκριτή <(310) και του συγκριτή >(320),

3.2 Η εντολή PRV2(883)

Η εντολή PRV2 ‘διαβάζει’ την συχνότητα παλμών από έ-ναν μετρητή υψηλής ταχύτητας και είτε μετατρέπει την συχνότητα σε κάποια ταχύτητα περιστροφής, είτε εμφανίζει τον συνολικό αριθμό των περιστροφών. Το αποτέλεσμα αποθηκεύεται σε κάποια θέση μνήμης σαν 8-ψήφιος 16-αδικός αριθμός. Οι παλμοί μπορούν να εισαχθούν μόνο από τον μετρητή υψηλής ταχύτητας ‘0’.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής PRV2.



Σχήμα 3.1 Η εντολή PRV2.

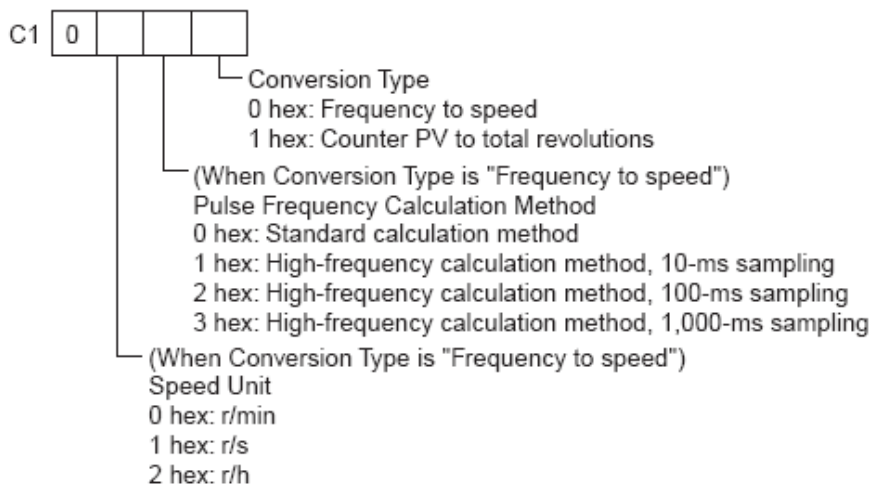
Για να λειτουργήσει θα πρέπει να της ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι η **C1** (δεδομένα ελέγχου), η **C2** (παλμοί ανά περιστροφή) και η **D** (η πρώτη λέξη του αποτελέσματος). Αυτές εξηγούνται στη συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής PRV2

Στη συνέχεια περιγράφονται πιο αναλυτικά οι ρυθμίσεις για τις διάφορες παραμέτρους.

α) C1: Δεδομένα ελέγχου (Control Data)

Στο επόμενο σχήμα επεξηγείται λεπτομερώς η παράμετρος C1.



Σχήμα 3.2 Επεξήγηση της παραμέτρου C1.

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα, η παράμετρος **C1** αποτελείται από 4 ψηφία στο 16-αδικό (δηλαδή 16 bit τα οποία ανά 4 αποτελούν 1 ψηφίο). Όταν θέσουμε την τιμή 0001 η εντολή PRV2 κάνει απλά απαρίθμηση παλμών. Όταν το πρώτο ψηφίο είναι μηδέν, τότε η εντολή PRV2 μετράει ταχύτητα περιστροφής. Το δεύτερο ψηφίο είναι για τις μονάδες που θα μετριέται η ταχύτητα περιστροφής και συγκεκριμένα όταν έχει την τιμή 0 θα μετράει την ταχύτητα σε στροφές ανά λεπτό, όταν έχει την τιμή 1 σε στροφές ανά δευτερόλεπτο και όταν έχει την τιμή 2 σε στροφές ανά ώρα. Το τρίτο ψηφίο είναι για την μέθοδο υπολογισμού της ταχύτητας. Όταν έχει την τιμή 0 χρησιμοποιεί για τον υπολογισμό την συνήθη μέθοδο (Standard Method). Η τιμή 1 είναι για υπολογισμό υψηλών συχνοτήτων με περίοδο δειγματοληψίας 10 msec. Οι τιμές 2 και 3 είναι πάλι για υπολογισμό υψηλών συχνοτήτων με

περιόδους δειγματοληψίας όμως 100 msec και 1000 msec αντίστοιχα. Ο χρόνος που θα επιλεγεί καθορίζει το σφάλμα στην μετρηση της συχνότητας περιστροφής. Συγκεκριμένα όταν η περίοδος δειγματοληψίας είναι 10 msec το σφάλμα θα είναι το πολύ 10% στο 1 KHz. Αν η περίοδος δειγματοληψίας είναι 100 msec τότε θα είναι 1% και αν είναι 1000 msec τότε θα είναι 0.1%.

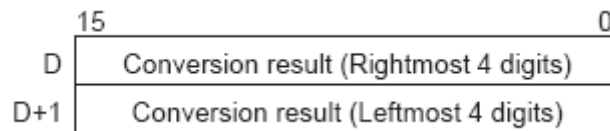
β) C2: Παλμοί ανά περιστροφή (Pulses per Revolution)

Με την παράμετρο C2 καθορίζουμε τον αριθμό των παλμών που παράγονται σε μία πλήρη περιστροφή έτσι ώστε να γίνεται σωστά ο υπολογισμός της ταχύτητας περιστροφής. Το εύρος τιμών είναι από 0001 έως FFFF (στο 16-αδικό).

Σημείωση: αν στην παράμετρο C2 δώσουμε την τιμή 0000, το Error Flag γίνεται ON.

γ) D: 1^η Λέξη Αποτελέσματος (First Destination Word)

Η παράμετρος D είναι η θέση μνήμης στην οποία αποθηκεύεται το αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα είναι η 1^η θέση μνήμης (τα 4 δεξιότερα ψηφία) γιατί ολόκληρο το αποτέλεσμα καταλαμβάνει 2 θέσεις μνήμης (στο σύνολο 8 ψηφία) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

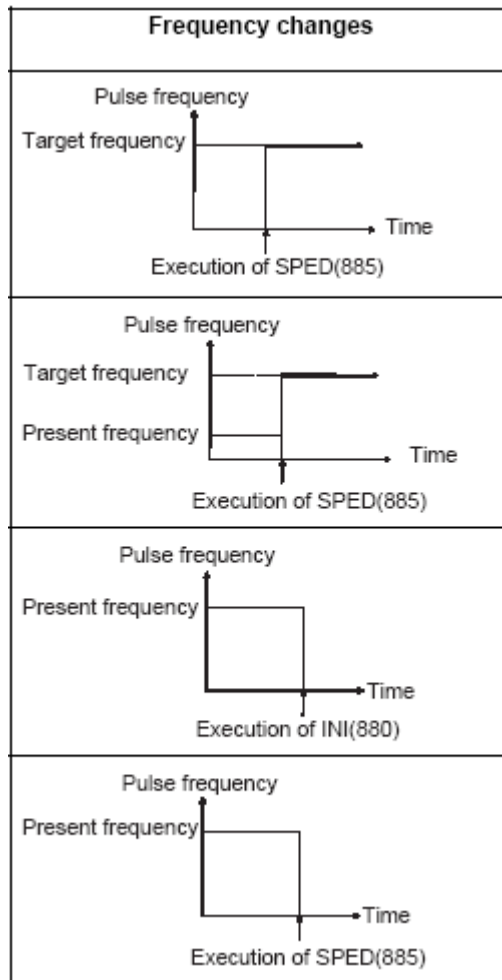


Σχήμα 3.3 Αποθήκευση του αποτελέσματος της PRV2 στις θέσεις μνήμης D και D+1.

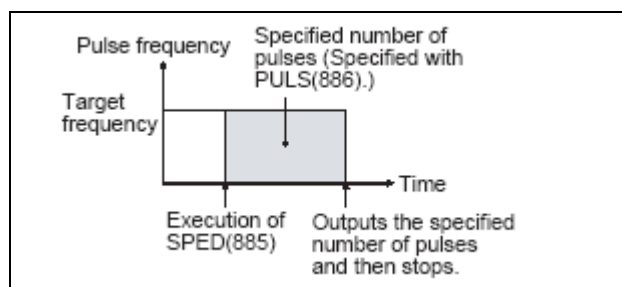
3.3 Η εντολή SPED(885)

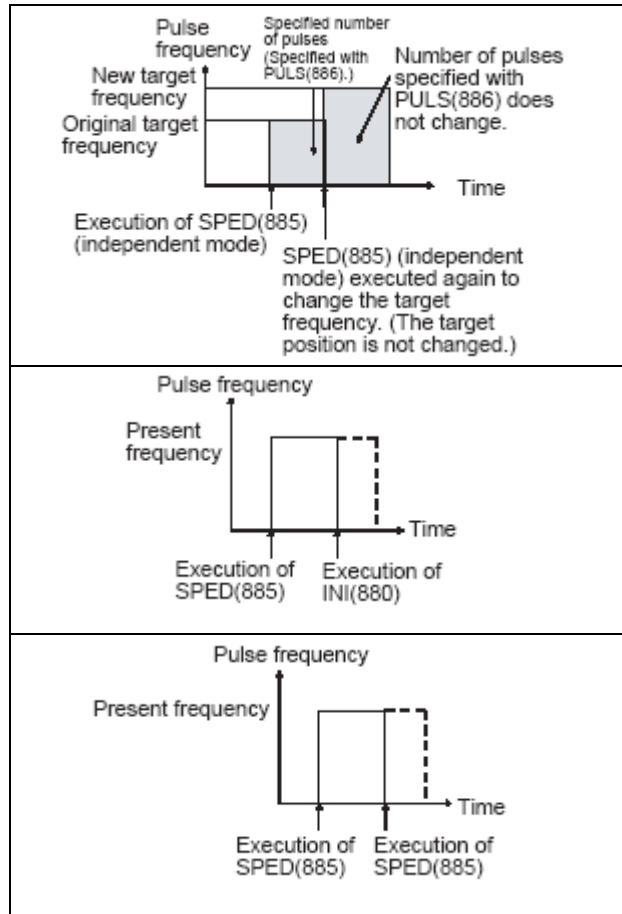
Η εντολή SPED χρησιμοποιείται για να θέσει την συχνότητα των παλμών εξόδου (χωρίς επιτάχυνση ή επιβράδυνση των παλμών) σε μια συγκεκριμένη θύρα και έναρξη των παλμών εξόδου. Αυτό μπορεί να γίνει είτε στέλνοντας έναν καθορισμένο αριθμό παλμών (Independent mode positioning) είτε συνεχώς (continuous mode). Στην περίπτωση του καθορισμένου αριθμού παλμών ο αριθμός καθορίζεται χρησιμοποιώντας την εντολή PULS (886). Επίσης μπορεί να εκτελεστεί κατά την διάρκεια των παλμών εξόδου για να αλλάξει την συχνότητα εξόδου δημιουργώντας έτσι βηματικές αλλαγές στην

ταχύτητα. Στα επόμενα σχήματα φαίνονται μερικά παραδείγματα που δείχνουν ακριβώς την χρήση της και την λειτουργία τους.



Σχήμα 3.4 Παραδείγματα λειτουργίας της εντολής SPED σε Continuous mode. α) Έναρξη παραγωγής παλμών στην έξοδο με καθορισμένη ταχύτητα. β) Αλλαγή της συχνότητας των παλμών στην έξοδο (σε ένα βήμα) κατά την διάρκεια της λειτουργίας. γ) Άμεση διακοπή των παλμών στην έξοδο με χρήση της εντολής INI. δ) Άμεση διακοπή των παλμών στην έξοδο με χρήση της εντολής SPED.





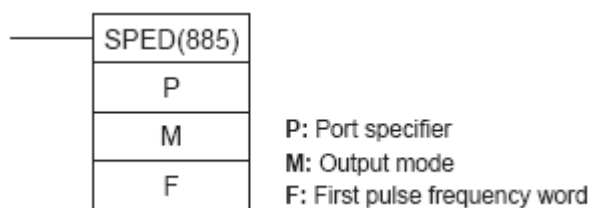
Σχήμα 3.5 Παραδείγματα λειτουργίας της εντολής SPED σε independent positioning mode.

α) Έναρξη παραγωγής συγκεκριμένου αριθμού παλμών στην έξοδο με συγκεκριμένη συχνότητα χωρίς επιτάχυνση ή επιβράδυνση. β) Μεταβολή της ταχύτητας (σε ένα βήμα) κατά την διάρκεια της λειτουργίας χωρίς να μεταβάλλεται ο αριθμός των παλμών. γ) Άμεση διακοπή των παλμών στη έξοδο με την χρήση της εντολής INI. δ) Άμεση διακοπή των παλμών στη έξοδο με την χρήση της εντολής SPED.

Σημείωση: Η εντολή SPED δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει εναλλαγή μεταξύ Continuous και Independent mode κατά την διάρκεια εξόδου των παλμών (το Error Flag γίνεται ON).

Σύνταξη της εντολής SPED.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής SPED.



Σχήμα 3.6 Η εντολή SPED.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να τις ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι η **P** (καθορισμός θύρας), η **M** (τρόπος εξόδου) και η **F** (η πρώτη λέξη της συχνότητας των παλμών). Αυτές εξηγούνται στην συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής SPED

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) **P: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)**

Με την παράμετρο P γίνεται καθορισμός της θύρας από την οποία θα εξέρχονται οι παλμοί. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές.

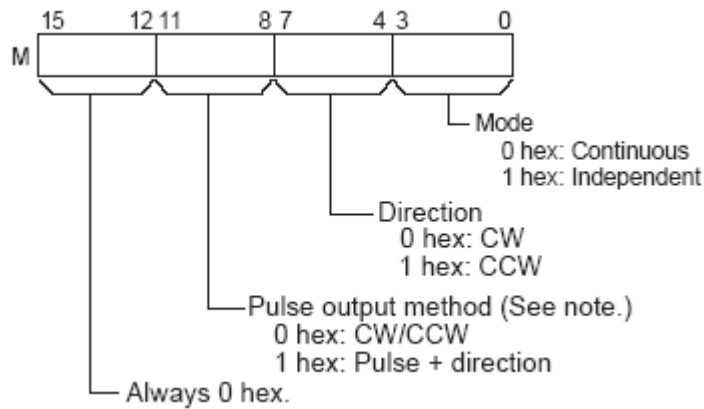
Πίνακας 3.1 Τιμές της παραμέτρου **P** για τον καθορισμό της θύρας εξόδου των παλμών.

P	Port
0000 hex	Pulse output 0
0001 hex	Pulse output 1
0002 hex	Pulse output 2
0003 hex	Pulse output 3

Δηλαδή για τιμή 0000 έχουμε έξοδο των παλμών από την θύρα 0, για 0001 από την θύρα 1, για 0002 από την θύρα 2 και για 0003 από την θύρα 3.

β) M: Τρόπος εξόδου (Output mode)

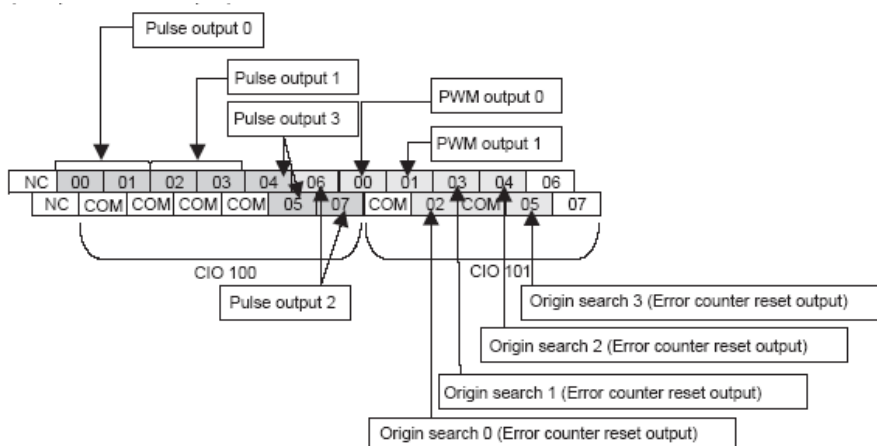
Με την παράμετρο **M** ορίζουμε τον τρόπο που θα εξέρχονται οι παλμοί εξόδου. Αυτό φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Note: Use the same pulse output method when using both pulse outputs 0 and 1.

Σχήμα 3.7 Οι ρυθμίσεις της παραμέτρου **M**.

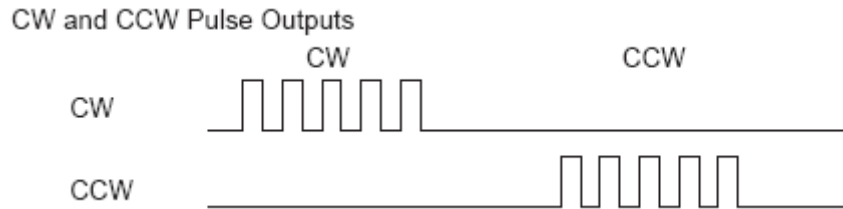
Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα η παράμετρος **M** αποτελείται από 4 ψηφία (στο 16-αδικό σύστημα). Το πρώτο ψηφίο είναι πάντα μηδέν. Το δεύτερο ψηφίο καθορίζει την μέθοδο των παλμών εξόδου. Για την τιμή 0 στο δεύτερο ψηφίο καθορίζουμε την μέθοδο παλμών εξόδου CW/CCW, ενώ για την τιμή 1 καθορίζουμε την μέθοδο Pulse + direction. Αυτές οι 2 μέθοδοι γίνονται καλύτερα κατανοητές, αρχικά με την βοήθεια του επόμενου σχήματος.



Σχήμα 3.8 Οι έξοδοι του PLC.

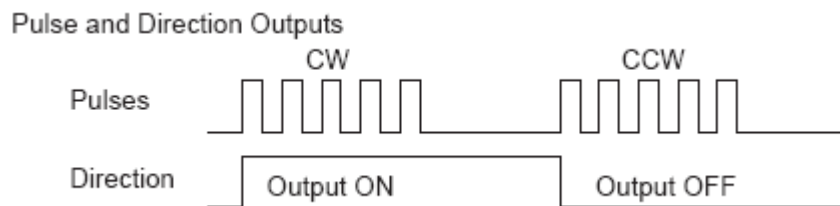
Όπως βλέπουμε και από το παραπάνω σχήμα κάθε έξοδος του PLC αποτελείται από δύο «υποεξόδους». Για παράδειγμα η έξοδος 0 αποτελείται

από τις «υποεξόδους» 00 και 01. Εάν καθορίσουμε ως μέθοδο παλμών εξόδου την CW/CCW στην πραγματικότητα καθορίζουμε από ποιά υποέξοδο θα παίρνουμε τους παλμούς και ανάλογη θα είναι και η κίνηση του κινητήρα, δηλαδή δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη.



Σχήμα 3.9 Η μέθοδος παλμών εξόδου CW/CCW.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η μέθοδος παλμών εξόδου Pulse + direction.



Σχήμα 3.10 Η μέθοδος Pulse+Direction.

Όπως φαίνεται από το σχήμα σε αυτήν την μέθοδο έχουμε εξαγωγή παλμών από την μία υποέξοδο ενώ η κατεύθυνση της κίνησης, κανονίζεται από την άλλη υποέξοδο. Για την “ON” η κίνηση θα είναι δεξιόστροφη και για την “OFF” αριστερόστροφη.

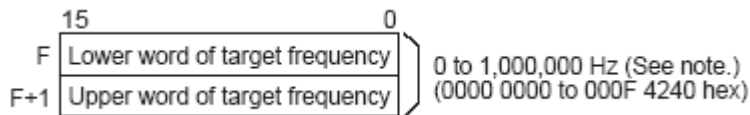
Σημείωση: Πρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια μέθοδος για τους παλμούς της εξόδου στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται και οι 2 έξοδοι παλμών, έξοδος 0 και έξοδος 1.

Στο τρίτο ψηφίο για την τιμή 0 καθορίζουμε δεξιόστροφη περιστροφή του κινητήρα, ενώ για την τιμή 1 την αριστερόστροφη περιστροφή του. Τέλος στο τέταρτο ψηφίο καθορίζουμε τον τρόπο εξόδου των παλμών. Για την τιμή 0 ορίζουμε το Continuous Mode, όπου οι παλμοί εξέρχονται συνεχώς και ο αριθμός τους δεν είναι καθορισμένος, ενώ για την τιμή 1 ορίζουμε το

Independent Mode, όπου εδώ όμως έχουμε καθορισμένο αριθμό παλμών (με την βοήθεια της εντολής PULS).

γ) F: 1^η λέξη για την συχνότητα των παλμών (First pulse frequency word)

Η παράμετρος **F** είναι η θέση μνήμης στην οποία αποθηκεύεται η τιμή της συχνότητας των παλμών. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη θέση μνήμης (τα 4 δεξιότερα ψηφία) γιατί ολόκληρη η τιμή της συχνότητας καταλαμβάνει 2 θέσεις μνήμης (στο σύνολο 8 ψηφία) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

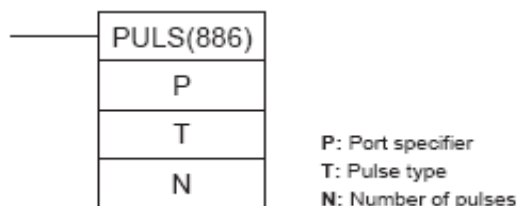


Σχήμα 3.11 Η παράμετρος **F**.

Οι τιμές που μπορεί να πάρει η συχνότητα των παλμών είναι από 1Hz έως 1MHz (από 0000 0001 έως 000F 4240 στο 16-αδικό).

3.4 Η εντολή PULS(886)

Η εντολή PULS χρησιμοποιείται για να θέσει τον συνολικό αριθμό των παλμών εξόδου σε εξόδους παλμών των οποίων η ενεργοποίηση γίνεται σε επόμενο σημείο του προγράμματος με χρήση των εντολών SPED (885) ή ACC (888), όταν αυτές λειτουργούν με καθορισμένο αριθμό παλμών (Independent Mode). Χρονικά η εντολή PULS εκτελείται πάντα νωρίτερα από τις δύο προηγούμενες. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής PULS.



Σχήμα 3.12 Η εντολή PULS.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να τις ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι η **P** (καθορισμός θύρας), η **T** (τύπος παλμών) και η **N** (αριθμός παλμών). αυτές εξηγούνται στη συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής PULS

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) P: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)

Η παράμετρος **P** δείχνει την θύρα στην οποία εφαρμόζονται οι ρυθμίσεις των παραμέτρων **T** και **N** στην επόμενη εντολή SPED ή ACC του προγράμματος (στις οποίες έχει ρυθμιστεί η ίδια θύρα). Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές.

Πίνακας 3.2 Τιμές της παραμέτρου **P** για τον καθορισμό της θύρας εξόδου των παλμών.

P	Port
0000 hex	Pulse output 0
0001 hex	Pulse output 1
0002 hex	Pulse output 2
0003 hex	Pulse output 3

Όπως και στην προηγούμενη εντολή SPED, ο καθορισμός της θύρας εξόδου γίνεται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Δηλαδή για τιμή 0000 έχουμε την θύρα 0, για 0001 την θύρα 1, για 0002 την θύρα 2 και για 0003 την θύρα 3.

β) T: Τύπος παλμού (Pulse type)

Με την παράμετρο **T** καθορίζεται ο τύπος των παλμών εξόδου. Οι τιμές της παραμέτρου **T** φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.3 Τιμές της παραμέτρου **T** για τον καθορισμό του τύπου των

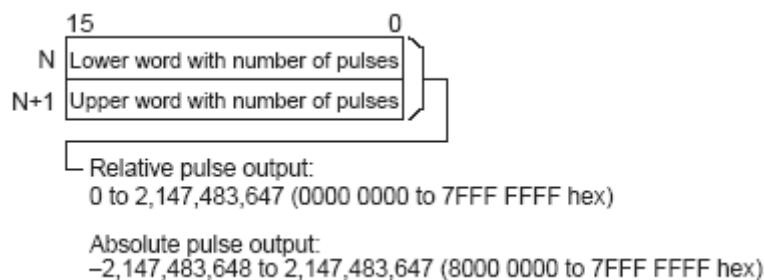
T	Pulse type
0000 hex	Relative
0001 hex	Absolute

παλμών.

Η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων παλμών είναι όταν είναι relative η κίνηση του κινητήρα δηλαδή η μετατόπισή του θα είναι σε σχέση με την θέση που βρίσκεται εκείνη την στιγμή (π.χ. 100 βήματα μπροστά ή 100 βήματα πίσω). Σε αυτήν την περίπτωση το εύρος τιμών είναι από 0 έως 2.147.483.647 παλμούς (από 0000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό). Αντίθετα όταν ο τύπος των παλμών είναι absolute η κίνηση του κινητήρα είναι έως ότου φτάσει σε μία συγκεκριμένη θέση, δηλαδή θα κινηθεί όσο ο αριθμός των παλμών – PV (το PV αντιστοιχεί στην παρούσα θέση). Σε αυτήν την περίπτωση το εύρος τιμών είναι από -2.147.483.648 έως 2.147.483.648 (από 8000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό). Το πρόσημο αναφέρεται στην τελική θέση, δηλαδή εάν αυτή θα είναι πριν το σημείο που έχει οριστεί ως αρχή η μετά (π.χ. στην θέση μίας μεταφορικής ταινίας).

γ) N: Αριθμός παλμών (Number of pulses)

Η παράμετρος **N** είναι η θέση μνήμης στην οποία αποθηκεύεται ο αριθμός των παλμών. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη θέση μνήμης (τα 4 δεξιότερα ψηφία) γιατί ολόκληρη η τιμή της συχνότητας καταλαμβάνει δύο θέσεις μνήμης (στο σύνολο 8 ψηφία) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.13 Η παράμετρος **N**.

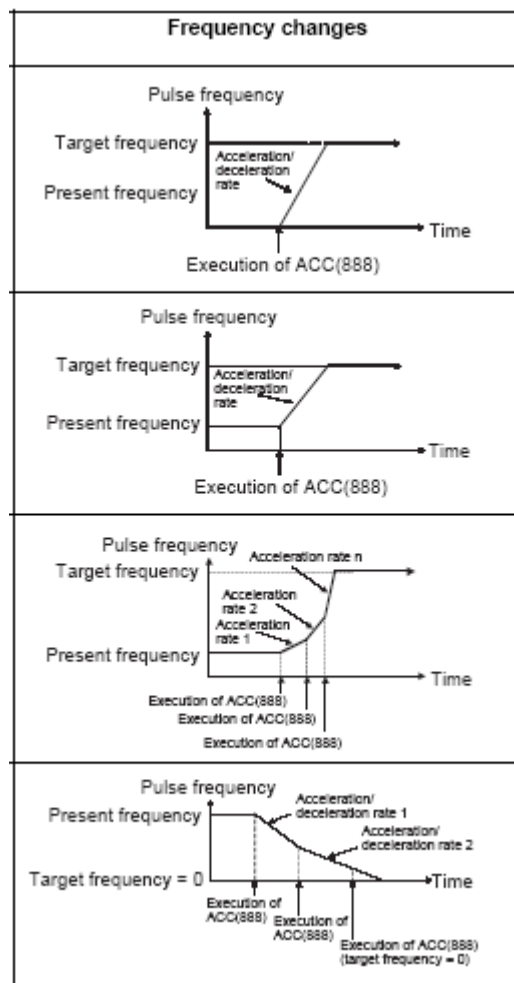
Οι τιμές που μπορεί να πάρει ο συνολικός αριθμός παλμών είναι από 0 έως 2.147.483.647 (από 0000 0000 έως FFFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση relative και από -2.147.483.648 έως 2.147.483.647 (από 8000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση absolute.

Σημείωση: Η εντολή PULS δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια θύρα η οποία εξάγει ήδη παλμούς (το Error Flag θα γίνει ON). Επιπλέον η φορά των παλμών που έχει καθοριστεί μέσω των εντολών SPED ή ACC θα αγνοηθεί εάν οι παλμοί στην PULS οριστούν ως (absolute).

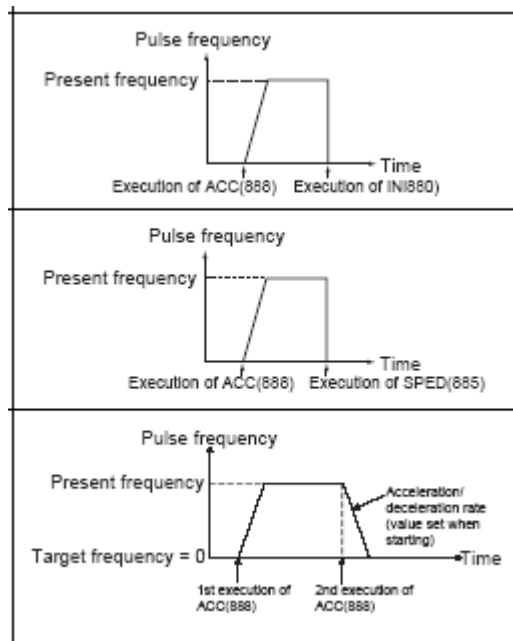
3.5 Η εντολή ACC(888)

Η εντολή ACC δίνει παλμούς στην έξοδο που έχουμε καθορίσει με την συχνότητα και τον ρυθμό επιτάχυνσης και επιβράδυνσης που επίσης έχουμε καθορίσει (ο ρυθμός επιτάχυνσης είναι ίδιος με τον ρυθμό επιβράδυνσης). Έχει δυνατότητα λειτουργίας είτε παράγοντας συγκεκριμένο αριθμό παλμών για έλεγχο θέσης (independent mode positioning), είτε συνεχώς (constant mode speed control). Για την πρώτη περίπτωση χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με την εντολή PULS. Επιπλέον μπορεί να εκτελεστεί κατά την διάρκεια εξαγωγής παλμών για να αλλάξει την τιμή της τελικής συχνότητας ή/και τον ρυθμό επιτάχυνσης/ επιβράδυνσης με βαθμιαίες (ομαλές) αλλαγές της ταχύτητας.

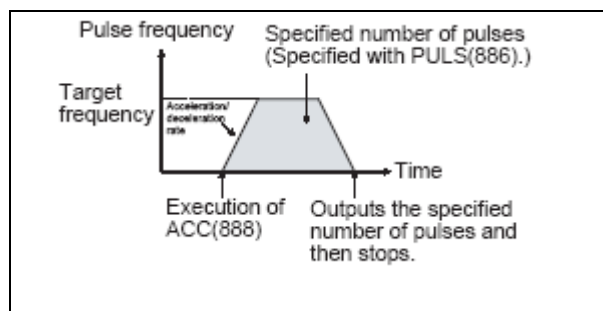
Στο σχήμα που ακολουθεί βλέπουμε διάφορες λειτουργίες της εντολής ACC σε continuous mode.

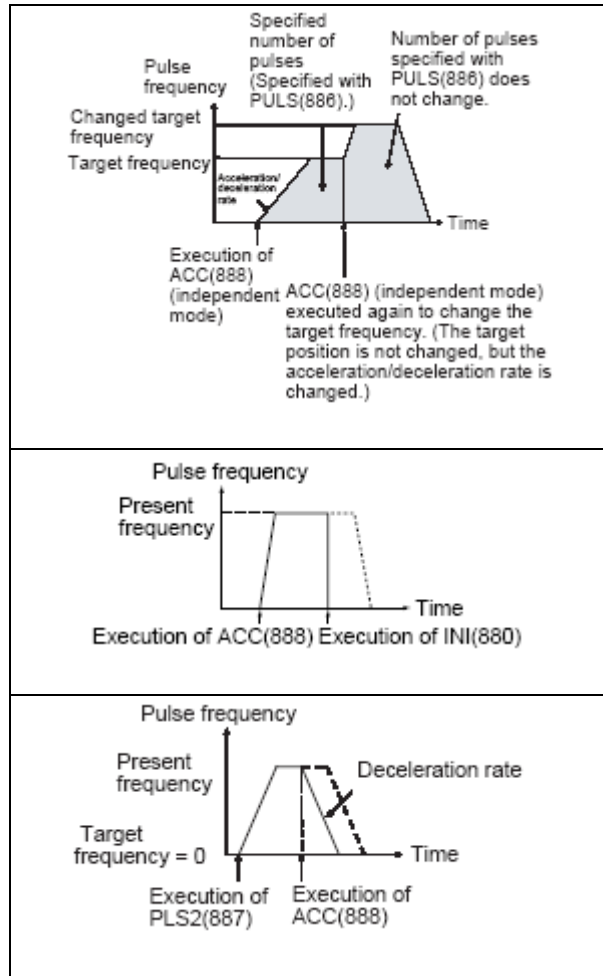


Σχήμα 3.14 Λειτουργίες της εντολής ACC σε continuous mode. α) Έναρξη παλμών εξόδου με καθορισμένο ρυθμό επιτάχυνσης μέχρι να φτάσει την συχνότητα που επιθυμούμε. β) Βαθμιαία (ομαλή) μεταβολή της ταχύτητας κατά την διάρκεια λειτουργίας. Έχουμε μεταβολή της υπάρχουσας συχνότητας στην συχνότητα που εμείς επιθυμούμε. Η συχνότητα μπορεί να επιταχυνθεί ή να επιβραδυνθεί. γ) Μεταβολή του ρυθμού επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης κατά την διάρκεια που συμβαίνει η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση. δ) Μεταβολή του ρυθμού επιβράδυνσης κατά την διάρκεια επιβράδυνσης μέχρι την διακοπή των παλμών εξόδου.



Σχήμα 3.15 Παύση παλμών εξόδου με την εντολή ACC. α) Άμεση διακοπή των παλμών εξόδου σε συνδυασμό με την εντολή INI. β) Άμεση διακοπή των παλμών εξόδου σε συνδυασμό με την εντολή SPED. γ) Ομαλή μεταβολή της συχνότητας των παλμών εξόδου μέχρι την διακοπή των παλμών εξόδου.





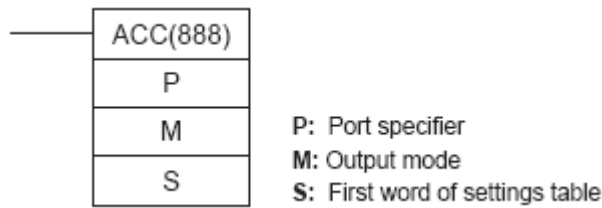
Σχήμα 3.16 Λειτουργία της ACC σε independent mode. α) Έναρξη παλμών εξόδου με τον ίδιο ρυθμό επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, χωρίς αρχική ταχύτητα. Ο αριθμός των παλμών είναι καθορισμένος και μόλις εξαχθούν έχουμε άμεση διακοπή. Ο αριθμός των παλμών δεν μπορεί να αλλάξει κατά την λειτουργία. β) Αλλαγή του ρυθμού επιτάχυνσης και επιβράδυνσης κατά την διάρκεια λειτουργίας. Ο καθορισμένος αριθμός των παλμών παραμένει ίδιος. γ) Άμεση διακοπή των παλμών εξόδου σε συνδυασμό με την εντολή INI. Το υπόλοιπο των παλμών που δεν εξήχθησαν χάνεται. δ) Ομαλή διακοπή των παλμών εξόδου οι οποίοι είχαν ξεκινήσει με την εντολή PLS2. Το υπόλοιπο των παλμών που δεν εξήχθησαν χάνεται.

Στην περίπτωση που η εντολή λειτουργεί για συγκεκριμένο αριθμό παλμών (independent mode positioning) οι παλμοί εξόδου σταματούν αυτόματα μόλις αυτός συμπληρωθεί, ενώ για τη συνεχή λειτουργία (continuous mode) η διακοπή γίνεται από το πρόγραμμα. Η εντολή ACC μπορεί να εκτελεστεί σε συνδυασμό με την εντολή PLS2, την οποία θα περιγράψουμε σε επόμενη παράγραφο.

Σημείωση: Η εντολή ACC δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να γίνει αλλαγή του τρόπου εξόδου μεταξύ independent και continuous σε μια θύρα η οποία έχει ξεκινήσει ήδη να εξάγει παλμούς με χρήση είτε της εντολής SPED, είτε της ACC, είτε της PLS2 (το Error Flag θα γίνει ON).

Σύνταξη της εντολής ACC

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής ACC.



Σχήμα 3.17 Η εντολή ACC.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να τις ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι η **P** (καθορισμός θύρας), η **M** (τρόπος εξόδου) και η **S** (η πρώτη λέξη του πίνακα των ρυθμίσεων). Αυτές εξηγούνται στη συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής ACC

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) **P: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)**

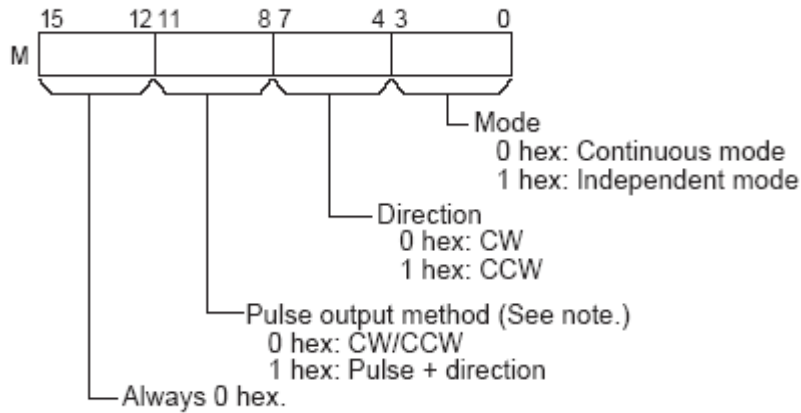
Με την παράμετρο **P** γίνεται ο καθορισμός της θύρας εξόδου των παλμών. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές.

Πίνακας 3.4 Τιμές της παραμέτρου **P** για τον καθορισμό της θύρας εξόδου των παλμών.

P	Port
0000 hex	Pulse output 0
0001 hex	Pulse output 1
0002 hex	Pulse output 2
0003 hex	Pulse output 3

β) M: Τρόπος εξόδου (Output mode)

Με την παράμετρο **M** καθορίζεται ο τύπος των παλμών εξόδου. Οι τιμές της παραμέτρου M φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



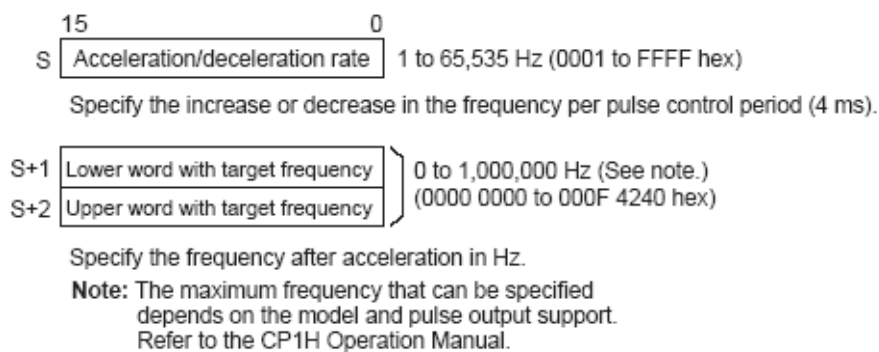
Σχήμα 3.18 Η παράμετρος **M**.

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα η παράμετρος αποτελείται από 4 ψηφία (στο 16-αδικό σύστημα). Η ρύθμιση της παραμέτρου ακολουθεί ακριβώς την ίδια λογική που περιγράψαμε για την παράμετρο **M** της εντολής SPED στην παράγραφο 3.4.

Σημείωση: Πρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια μέθοδος για τους παλμούς της εξόδου στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται και οι 2 έξοδοι παλμών, έξοδος 0 και έξοδος 1.

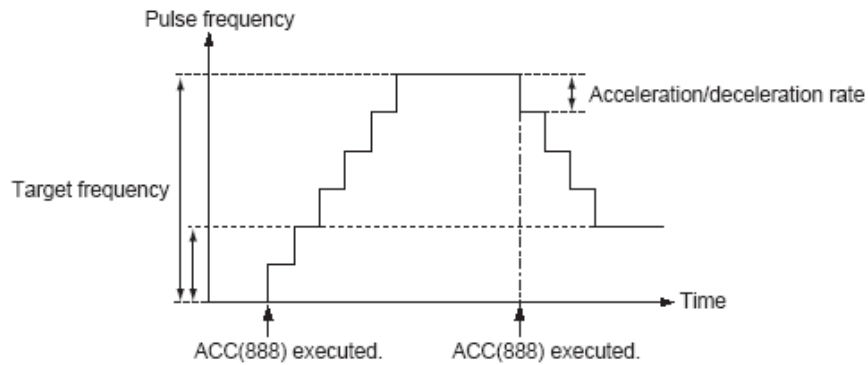
γ) S: 1^η λέξη του πίνακα ρυθμίσεων (First word of settings table)

Η παράμετρος **S** είναι η πρώτη λέξη μίας περιοχής μνήμης 3 θέσεων (από την S έως και την S+2). Σε αυτήν την περιοχή τίθενται οι ρυθμίσεις των παλμών εξόδου όπως αυτές φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.19 Η παράμετρος **S**.

Στη θέση μνήμης **S** αποθηκεύεται ο ρυθμός επιτάχυνσης/ επιβράδυνσης ανά περίοδο παλμού ελέγχου (4 msec). Δηλαδή η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση στην συχνότητα των παλμών επιτυγχάνεται με βηματικές αλλαγές κάθε 4 msec, οι οποίες έχουν τιμή όσο αυτήν που είναι αποθηκευμένη στην θέση μνήμης **S**. Αυτό γίνεται καλύτερα κατανοητό με την βοήθεια του επόμενου σχήματος.

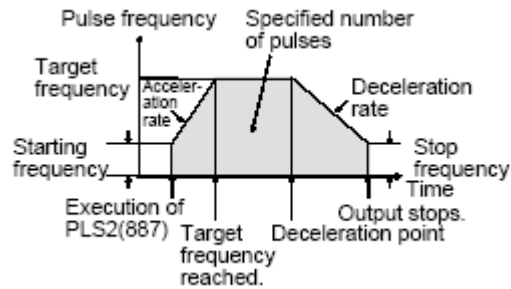


Σχήμα 3.20 Η επίτευξη της επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης της συχνότητας των παλμών με βηματικές αλλαγές κάθε 4 msec

Οι τιμές που μπορεί να πάρουν η επιτάχυνση ή η επιβράδυνση είναι από 1 έως 65535 Hz (από 0001 έως FFFF στο 16-αδικό). Στις θέσεις **S+1** και **S+2** αποθηκεύεται η τιμή της τελικής συχνότητας, η οποία επιτυγχάνεται μετά την επιτάχυνση. Αυτή παίρνει τιμές από 1 έως 1MHz (από 0000 0001 έως 000F 4240 στο 16-αδικό).

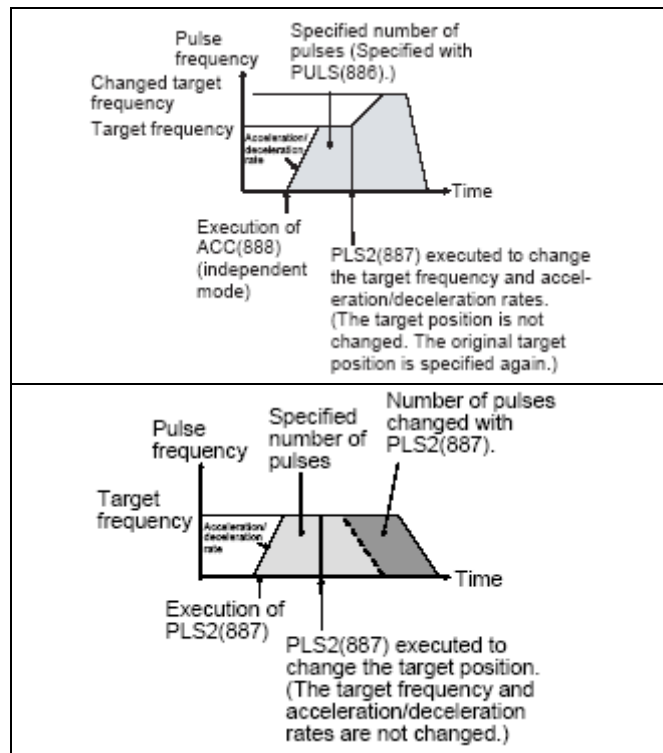
3.6 Η εντολή PLS2(887)

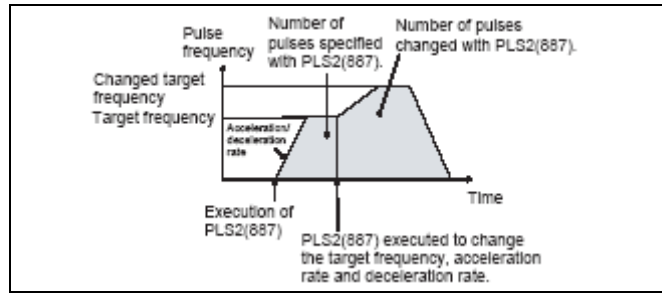
Η εντολή PLS2 παράγει έναν συγκεκριμένο αριθμό παλμών σε μια καθορισμένη έξοδο. Η έξοδος των παλμών ξεκινάει με τη συγκεκριμένη συχνότητα εκκίνησης που έχουμε καθορίσει, επιταχύνει ως την τελική συχνότητα που θέλουμε με τον καθορισμένο ρυθμό επιτάχυνσης, στη συνέχεια επιβραδύνει με τον καθορισμένο ρυθμό επιβράδυνσης και τέλος σταματάει στην ίδια συχνότητα με αυτή της εκκίνησης. Η PLS2 λειτουργεί μόνο για καθορισμένο αριθμό παλμών. Αυτή η λειτουργία μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή με την βοήθεια του επόμενου σχήματος.



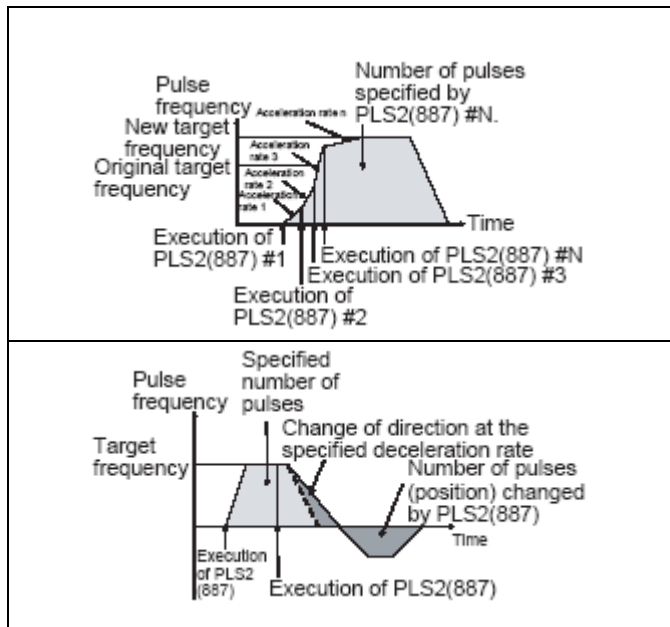
Σχήμα 3.21 Η λειτουργία της εντολής PLS2.

Επίσης έχει την δυνατότητα να εκτελεστεί κατά την διάρκεια των παλμών εξόδου και να μεταβάλλει τον συνολικό αριθμό τους, την τελική συχνότητα και τον ρυθμό επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης. Επιπλέον δίνει την δυνατότητα για βαθμιαίες μεταβολές της ταχύτητας, με διαφορετικούς ρυθμούς επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, αλλαγές της τελικής θέσης, αλλαγές θέσης και ταχύτητας ή αλλαγές στην κατεύθυνση. Στα επόμενα σχήματα φαίνονται μερικά τέτοια παραδείγματα.

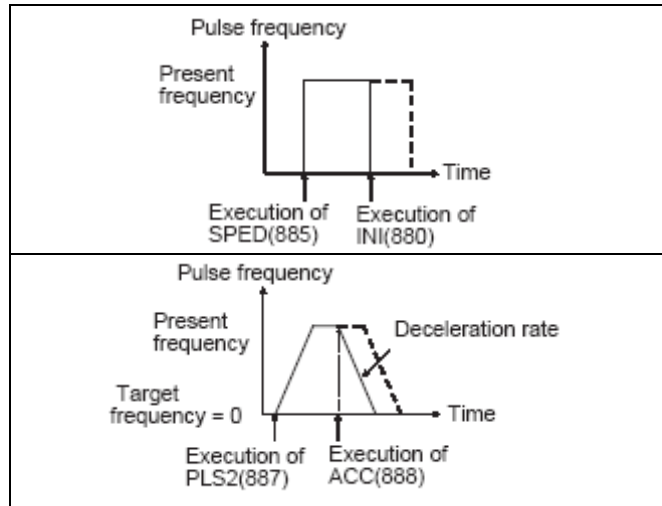




Σχήμα 3.22 Παραδείγματα λειτουργίας της εντολής PLS2. α) Μεταβολή του ρυθμού επιτάχυνσης/επιβράδυνσης και της τελικής συχνότητας κατά την διάρκεια λειτουργίας. Ο αριθμός των παλμών παραμένει σταθερός. β) Αλλαγή του αριθμού των παλμών κατά την διάρκεια λειτουργίας. Η συχνότητα παραμένει σταθερή. γ) Αλλαγή της συχνότητας και του αριθμού των παλμών και της επιβράδυνσης και επιτάχυνσης κατά την διάρκεια λειτουργίας.



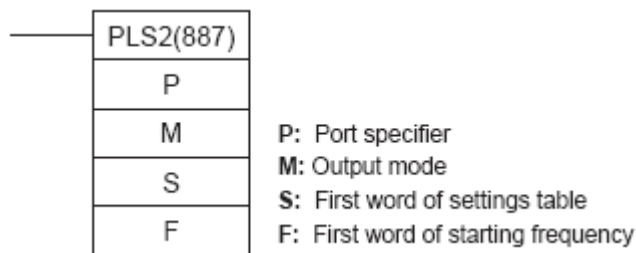
Σχήμα 3.23 Παραδείγματα λειτουργίας της εντολής PLS2. α) Διαδοχική εκτέλεση της εντολής PLS2 για την ομαλή μεταβολή του ρυθμού επιτάχυνσης κατά την διάρκεια λειτουργίας. Ο αριθμός των παλμών καθορίζεται από την τελευταία PLS2. β) Αλλαγή της κατεύθυνσης των παλμών με την καθορισμένη επιβράδυνση κατά την διάρκεια λειτουργίας. Δηλαδή θα έχουμε αλλαγή της φοράς περιστροφής (π.χ. από δεξιόστροφη σε αριστερόστροφη). Γίνεται αλλαγή επίσης και του αριθμού των παλμών.



Σχήμα 3.24 Παραδείγματα για το σταμάτημα της εντολής PLS2. α) Άμεση διακοπή των παλμών εξόδου με την εντολή INI. β) Ομαλή (βαθμιαία) διακοπή των παλμών εξόδου με τον καθορισμένο ρυθμό επιβράδυνσης με χρήση της εντολής ACC.

Σύνταξη της εντολής PLS2

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής PLS2.



Σχήμα 3.25 Η εντολή PLS2.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να της ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι η **P** (καθορισμός θύρας), η **M** (τρόπος εξόδου), η **S** (η πρώτη λέξη του πίνακα των ρυθμίσεων) και η **F** (η πρώτη λέξη της συχνότητας εκκίνησης). Αυτές εξηγούνται στην συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής PLS2

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) **P**: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)

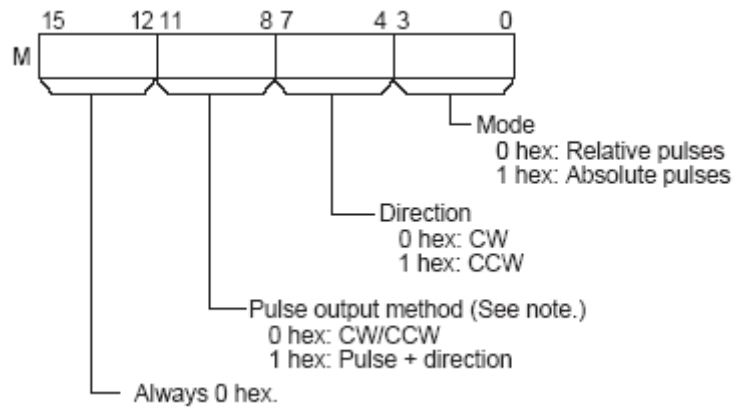
Με την παράμετρο **P** γίνεται ο καθορισμός της θύρας εξόδου των παλμών. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές.

Πίνακας 3.5 Τιμές της παραμέτρου **P** για τον καθορισμό της θύρας εξόδου των παλμών.

P	Port
0000 hex	Pulse output 0
0001 hex	Pulse output 1
0002 hex	Pulse output 2
0003 hex	Pulse output 3

β) **M**: Τρόπος εξόδου (Output mode)

Με την παράμετρο **M** καθορίζεται ο τύπος των παλμών εξόδου. Οι τιμές της παραμέτρου φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



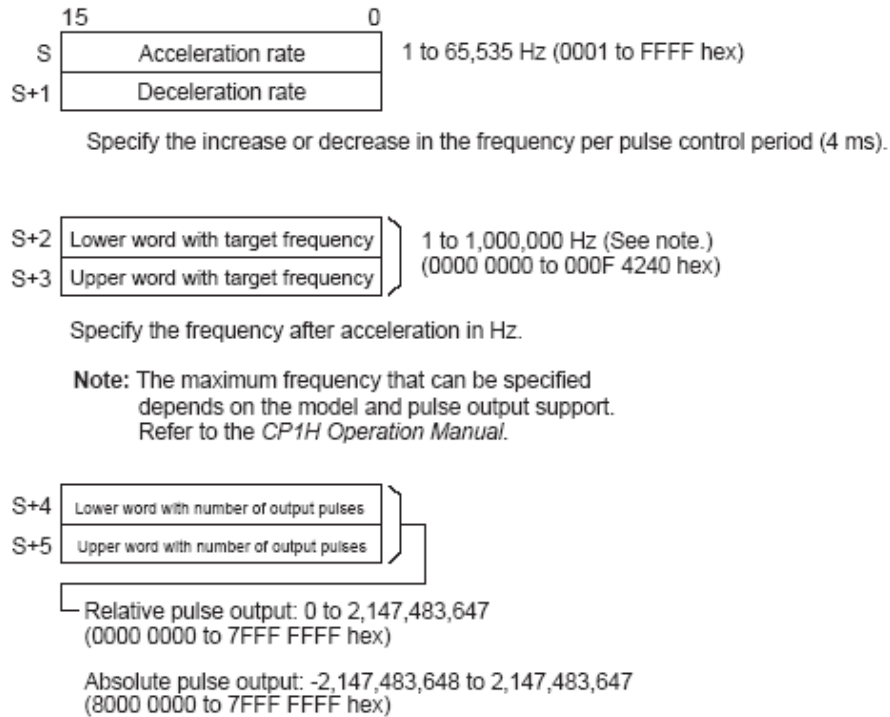
Σχήμα 3.26 Η παράμετρος **M**.

Όπως φαίνεται στο προηγούμενο σχήμα η παράμετρος **M** αποτελείται από 4 ψηφία (στο 16-αδικό σύστημα). Η ρύθμιση της παραμέτρου ακολουθεί ακριβώς την ίδια λογική που περιγράψαμε για την παράμετρο **M** της εντολής SPED στην παράγραφο 3.4.

Σημείωση: Πρέπει να χρησιμοποιείται η ίδια μέθοδος για τους παλμούς της εξόδου στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται και οι 2 έξοδοι παλμών, έξοδος 0 και έξοδος 1.

γ) **S**: 1^η λέξη του πίνακα ρυθμίσεων (First word of settings table)

Η παράμετρος **S** είναι η πρώτη λέξη μιας περιοχής μνήμης 6 θέσεων (από την S έως την S+6). Σε αυτήν την περιοχή τίθενται οι ρυθμίσεις των παλμών εξόδου όπως αυτές φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



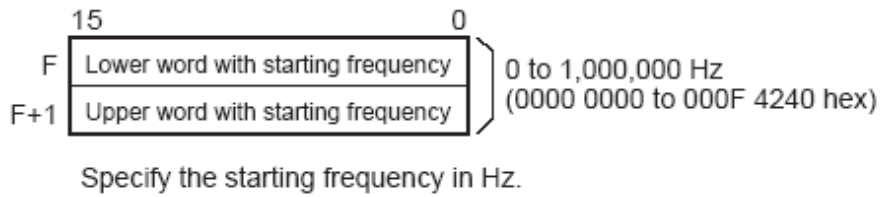
Σχήμα 3.27 Η παράμετρος **S**.

Στις δύο πρώτες θέσεις μνήμης (S και S+1) αποθηκεύονται οι ρυθμοί επιτάχυνσης και επιβράδυνσης (η αύξηση ή η μείωση της συχνότητας) ανά περίοδο ελέγχου παλμού 4 msec. Οι τιμές που παίρνουν είναι από 1 έως 65535 Hz (από 0001 έως FFFF στο 16-αδικό). Στις δύο επόμενες θέσεις μνήμης (S+2 και S+3) αποθηκεύεται η επιθυμητή τελική συχνότητα, η οποία επιτυγχάνεται μετά το τέλος επιτάχυνσης. Αυτή παίρνει τιμές από 1Hz έως 1 MHz (από 0000 0001 έως 000F 4240 στο 16-αδικό). Τέλος, στις δύο τελευταίες θέσεις (S+4 και S+5) αποθηκεύεται ο συνολικός αριθμός των παλμών εξόδου. Αυτός παίρνει τιμές από 0 έως 2.147.483.647 (από 0000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση relative και από -2.147.483.647 έως 2.147.483.647 (από 8000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση absolute.

δ) F: 1^η λέξη της συχνότητας εκκίνησης (First word of starting frequency)

Η παράμετρος **F** είναι η συχνότητα εκκίνησης από την οποία αρχίζει η επιτάχυνση των παλμών. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη θέση μνήμης (τα 4

δεξιότερα ψηφία) γιατί ολόκληρη η τιμή της συχνότητας καταλαμβάνει 2 θέσεις μνήμης (στο σύνολο 8 ψηφία) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



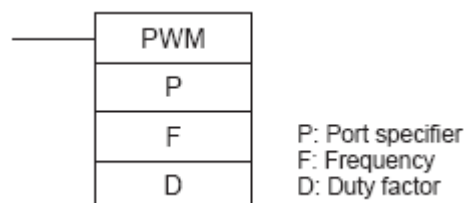
Σχήμα 3.28 Η παράμετρος **F**.

Η συχνότητα εκκίνησης μπορεί να πάρει τιμή από 0 έως 1.000.0000 Hz.

Σημείωση: Η εντολή PLS2 δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μια θύρα η οποία έχει ξεκινήσει ήδη να εξάγει παλμούς με χρήση της εντολής SPED (το Error Flag θα γίνει ON). Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για μια θύρα η οποία έχει ξεκινήσει ήδη να εξάγει παλμούς με χρήση της εντολής ACC είτε σε independent είτε σε continuous mode, καθώς επίσης και κατά την διάρκεια επιτάχυνσης, σταθερής ταχύτητας ή επιβράδυνσης. Το ίδιο ισχύει και για την εντολή ACC, δηλαδή να χρησιμοποιηθεί για μια θύρα η οποία έχει ξεκινήσει ήδη να εξάγει παλμούς με χρήση της εντολής PLS2 κατά την διάρκεια επιτάχυνσης, σταθερής ταχύτητας ή επιβράδυνσης.

3.7 Η εντολή PWM(891)

Η εντολή PWM χρησιμοποιείται για να καθορίσει το βαθμό εργασίας των παλμών εξόδου σε μία συγκεκριμένη θύρα. Η σύνταξη της φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.29 Η εντολή PWM.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να της ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα αυτές είναι **P** (καθορισμός θύρας), η **F** (συχνότητα παλμών εξόδου) και η **D** (βαθμός εργασίας). Αυτές εξηγούνται στη συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής PWM

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) P: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)

Με την παράμετρο **M** γίνεται καθορισμός της θύρας από την οποία θα εξέρχονται οι παλμοί. Για την συγκεκριμένη εντολή μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μόνο δύο θύρες εξόδου. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές.

Πίνακας 3.6 Τιμές της παραμέτρου **P** για τον καθορισμό της θύρας εξόδου των παλμών.

P	Port
1000 hex	Pulse output 0 (duty factor: in increments of 0.1%)
1001hex	Pulse output 1 (duty factor: in increments of 0.1%)

Δηλαδή για την πρώτη θύρα εξόδου θα δώσουμε την τιμή 1000 ενώ για την δεύτερη την τιμή 1001. Οι θύρες εξόδου PWM φαίνονται στο σχήμα 3.8.

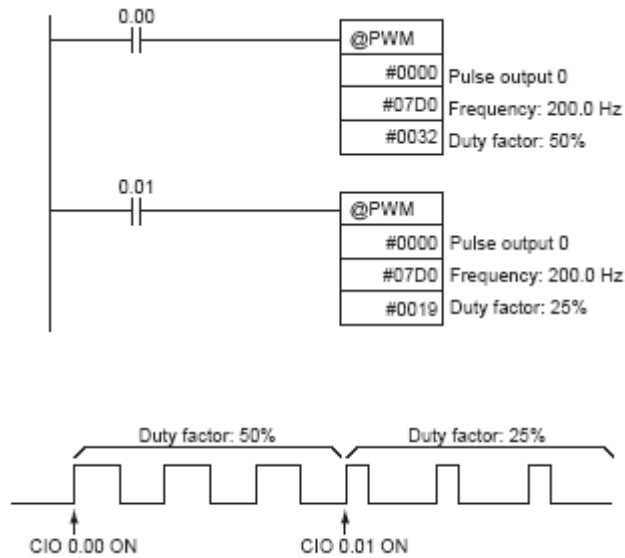
β) F: Συχνότητα (Frequency)

Με την παράμετρο **P** γίνεται ο καθορισμός της συχνότητας των παλμών εξόδου. Το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 0,1 Hz έως 6.535,5 Hz (σε μονάδες 0,1 Hz, 0001 έως FFFF στο 16-αδικό).

γ) D: Βαθμός εργασίας (Duty factor)

Με την παράμετρο **D** γίνεται ο καθορισμός του βαθμού εργασίας, δηλαδή του κατά ποσοστό χρόνου που η έξοδος είναι ON σε μια περίοδο. Οι τιμές που παίρνει κυμαίνονται μεταξύ 0.0% και 100% (σε μονάδες 0.1%, από 0000 έως 03E8 στο 16-αδικό).

Η εντολή PWM μπορεί να εκτελεστεί κατά την διάρκεια παλμών εξόδου με συγκεκριμένο βαθμό εργασίας, με σκοπό να αλλάξουμε τον τελευταίο, χωρίς όμως να διακοπούν οι παλμοί. Οποιαδήποτε προσπάθεια να αλλάξουμε την συχνότητα θα αγνοηθεί από το πρόγραμμα. Ένα παράδειγμα αλλαγής του βαθμού εργασίας φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 3.30 Μεταβολή του βαθμού εργασίας.

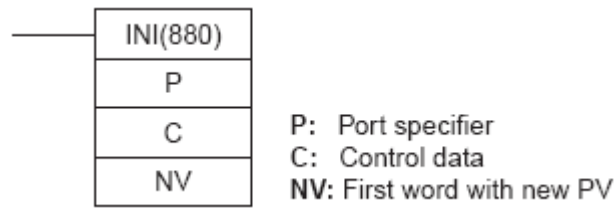
Τέλος η διακοπή των παλμών εξόδου μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας την εντολή INI(880).

3.8 Η εντολή INI(880)

Η εντολή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτέλεση διάφορων λειτουργιών. Αυτές είναι οι εξής:

- Έναρξη σύγκρισης με τον μετρητή υψηλής ταχύτητας (high speed counter).
- Λήξη σύγκρισης με τον μετρητή υψηλής ταχύτητας.
- Αλλαγή της PV (Process Value) του μετρητή υψηλής ταχύτητας.
- Αλλαγή της PV των εισόδων διακοπής (interrupt inputs) στην κατάσταση μέτρησης (counter mode).
- Αλλαγή της PV των παλμών εξόδου
- Διακοπή των παλμών εξόδου.

Εμείς στα διάφορα προγράμματα που φτιάξαμε την χρησιμοποιήσαμε για την διακοπή των παλμών στην έξοδο. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξή της.



Σχήμα 3.31 Η εντολή INI.

Για να λειτουργήσει θα πρέπει να της ορίσουμε κάποιες παραμέτρους. Όπως φαίνεται από το προηγούμενο σχήμα, αυτές είναι η **P** (καθορισμός θύρας), η **C** (δεδομένα ελέγχου) και η **NV** (πρώτη λέξη με την νέα Process Value PV). Αυτές εξηγούνται στην συνέχεια.

Ρύθμιση των παραμέτρων της εντολής INI

Οι ρυθμίσεις των διαφόρων παραμέτρων γίνονται ως εξής:

α) P: Καθορισμός θύρας (Port Specifier)

Με την παράμετρο **P** καθορίζουμε σε ποια θύρα θα εκτελεστεί η εντολή INI. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι διάφορες τιμές που μπορεί να πάρει.

Πίνακας 3.7 Τιμή της παραμέτρου **P** και η αντίστοιχη θύρα στην οποία θα εκτελεστεί η εντολή INI.

P	Port
0000 hex	Pulse output 0
0001 hex	Pulse output 1
0002 hex	Pulse output 2
0003 hex	Pulse output 3
0010 hex	High-speed counter 0
0011 hex	High-speed counter 1
0012 hex	High-speed counter 2
0013 hex	High-speed counter 3
0100 hex	Interrupt input 0 in counter mode
0101 hex	Interrupt input 1 in counter mode
0102 hex	Interrupt input 2 in counter mode
0103 hex	Interrupt input 3 in counter mode
0104 hex	Interrupt input 4 in counter mode
0105 hex	Interrupt input 5 in counter mode
0106 hex	Interrupt input 6 in counter mode
0107 hex	Interrupt input 7 in counter mode
1000 hex	PWM output 0
1001 hex	PWM output 1

Όπως θα δούμε στο επόμενο κεφάλαιο, στην περίπτωση μας βάλουμε την τιμή 1000 διότι θέλαμε να διακοπεί η εξαγωγή των παλμών από την θύρα PWM 0.

β) C: Δεδομένα ελέγχου (Control data)

Με την παράμετρο **C** καθορίζουμε την ακριβή λειτουργία για την οποία θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την εντολή INI.

Πίνακας 3.8 Τιμή της παραμέτρου **C** και η αντίστοιχη λειτουργία.

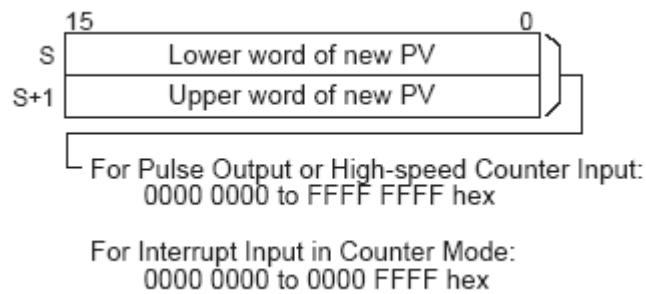
C	INI(880) function
0000 hex	Starts comparison.
0001 hex	Stops comparison.
0002 hex	Changes the PV.
0003 hex	Stops pulse output.

Από τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι: για την τιμή 0000 έχουμε έναρξη σύγκρισης μέσω μετρητή υψηλής ταχύτητας, για την τιμή 0001 διακοπή της σύγκρισης, με την τιμή 0002 αλλάζουμε και θέτουμε νέα PV στον συγκριτή υψηλής ταχύτητας, ενώ με την τιμή 0003 έχουμε διακοπή των παλμών

εξόδου. Αυτή είναι και η τιμή την οποία χρησιμοποιήσαμε στο πρόγραμμά μας.

γ) NV: 1^η λέξη με την νέα PV (First word of the new PV)

Η παράμετρος **NV** είναι η νέα μεταβλητή. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη θέση μνήμης (τα 4 δεξιότερα ψηφία) γιατί ολόκληρη η τιμή της συχνότητας καταλαμβάνει 2 θέσεις μνήμης (στο σύνολο 8 ψηφία) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Παίρνει τιμές από 0 έως 2.147.483.647 (από 0000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση relative και από 2.147.483.647 έως 2.147.483.647 (από 8000 0000 έως 7FFF FFFF στο 16-αδικό) για την περίπτωση Absolute.

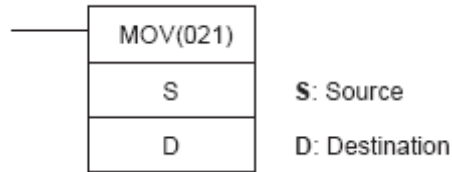


Σχήμα 3.32 Οι θέσεις μνήμης που καταλαμβάνει η παράμετρος **NV**.

Όπως φαίνεται στο σχήμα, αυτή παίρνει τιμές από 0000 0000 έως FFFF FFFF για την περίπτωση εξόδου παλμών ή μετρητή υψηλής ταχύτητας και από 0000 0000 έως 0000 FFFF για την περίπτωση εισόδου διακοπής σε κατάσταση μέτρησης (Interrupt input in counter mode).

3.9 Η εντολή MOV(021)

Η εντολή MOV χρησιμοποιείται για να μεταφέρει δεδομένα (1 λέξη, 16 bit) σε μία συγκεκριμένη θέση μνήμης. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής.

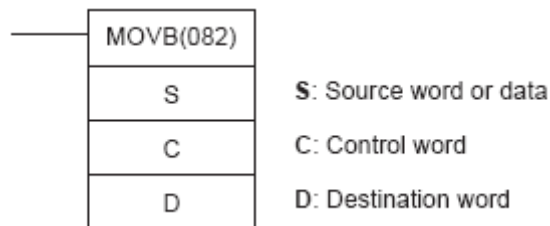


Σχήμα 3.33 Η εντολή MOV.

Συγκεκριμένα μεταφέρονται τα δεδομένα από την θέση μνήμης **S** στην θέση **D**. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα η παράμετρος **S** να είναι μία σταθερά (ένας 16-αδικός αριθμός), οπότε αυτή η σταθερά μεταφέρεται στην θέση μνήμης **D**. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να πετύχουμε είσοδο δεδομένων.

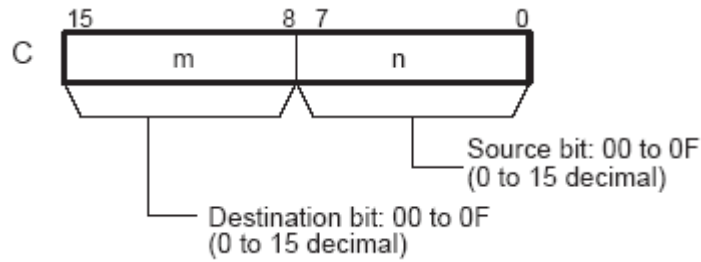
3.10 Η εντολή MOVB(082)

Η εντολή MOVB χρησιμοποιείται για να μεταφέρει ένα συγκεκριμένο bit από μια θέση μνήμης σε κάποια άλλη. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής.



Σχήμα 3.34 Η εντολή MOVB.

Συγκεκριμένα μεταφέρεται 1 bit από την θέση μνήμης **S** στην θέση **D**. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα η παράμετρος **S** να είναι μία σταθερά (ένας 16-αδικός αριθμός). Η μεταφορά γίνεται με βάση την παράμετρο **C** (Control word) όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.

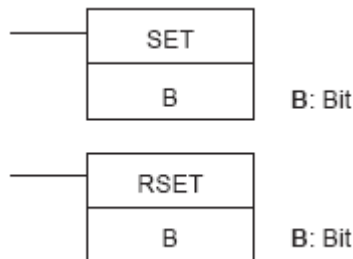


Σχήμα 3.36 Η παράμετρος **C**.

Δηλαδή το bit που βρίσκεται στην θέση **n** στην λέξη **S** μεταφέρεται στην λέξη **D** στην θέση **m** τροποποιώντας με αυτόν τον τρόπο το υπάρχον bit σε αυτήν την θέση.

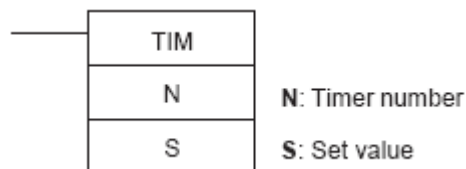
3.11 Η εντολές SET και RSET

Οι εντολές αυτές χρησιμοποιούνται για να κάνουν ένα συγκεκριμένο bit ON και OFF αντίστοιχα.



Σχήμα 3.36 Οι εντολές SET και RSET.

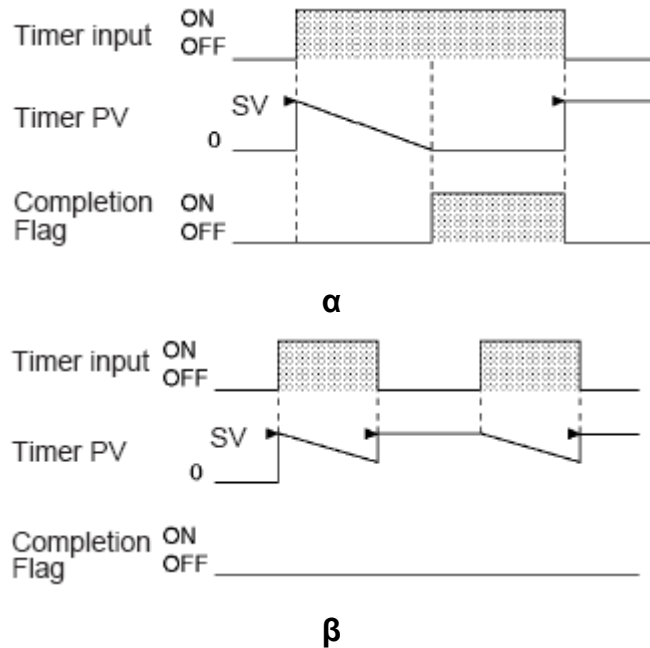
3.12 Η εντολή TIM



Σχήμα 3.37 Χρονικό.

Στο προηγούμενο σχήμα φαίνεται ένα αργό χρονικό, μονάδας χρόνου 0.1sec. Το **N** (από 0000 έως 4095 στο 10-αδικό) είναι ο αριθμός του χρονικού (δηλαδή σε ένα πρόγραμμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μέχρι 4096 χρονικά). Το **S** (από #0000 έως #9999 σε BCD) είναι το set value,

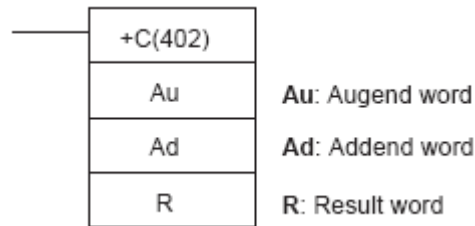
δηλαδή το χρονικό διάστημα το οποίο θα αρχίσει να μειώνεται κατά 0.1sec έως ότου μηδενιστεί. Η λειτουργία του μπορεί να γίνει καλύτερα κατανοητή με την βοήθεια του επόμενου σχήματος.



Σχήμα 3.38 Χρονική εξέλιξη της SV (Set value) σε σχέση με την είσοδο του χρονικού και η αντίστοιχη κατάσταση του completion flag για διάφορες περιπτώσεις.

Όπως φαίνεται στο σχήμα 3.39α μόλις η είσοδος γίνει ON τότε η SV ξεκινάει από την αρχική τιμή της να μειώνεται κατά 1 κάθε 0.1sec και στο τέλος παραμένει 0. Μόλις η είσοδος γίνει OFF τότε η SV παίρνει πάλι την αρχική τιμή της (reset του χρονικού). Στην περίπτωση του σχήματος 3.39β, εάν η είσοδος γίνει OFF σε σύντομο χρονικό διάστημα, τότε η SV ξαναπαίρνει την αρχική της τιμή πριν να προλάβει να γίνει 0. Σε αυτήν την περίπτωση το completion flag δεν γίνεται ποτέ ON.

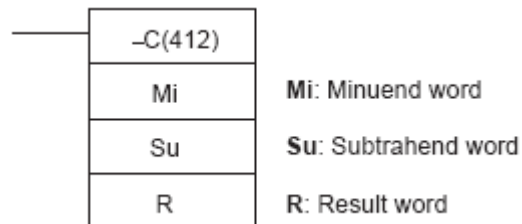
3.13 Προσθετής +C(402)



Σχήμα 3.39 Προσθέτης.

Στο προηγούμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής για πρόσθεση στο 2-αδικό με κρατούμενο. Τα **Au** και **Ad** είναι ο προσθετέος και ο προσθέτης αντίστοιχα, δηλαδή οι αριθμοί ή οι θέσεις μνήμης το περιεχόμενο των οποίων θα προστεθούν, μαζί με το κρατούμενο, και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην θέση μνήμης που ορίζεται στο **R**.

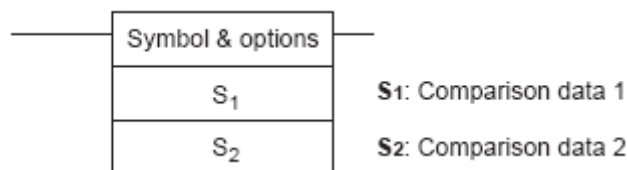
3.14 Αφαιρέτης -C(412)



Σχήμα 3.40 Αφαιρέτης.

Στο προηγούμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη της εντολής για αφαίρεση στο 2-αδικό με κρατούμενο. Τα **Mi** και **Su** είναι ο αφαιρετέος και ο αφαιρέτης, δηλαδή οι αριθμοί ή οι θέσεις μνήμης το περιεχόμενο των οποίων θα αφαιρεθούν μαζί με το κρατούμενο και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην θέση μνήμης που ορίζεται στο **R**.

3.15 Συγκριτές (300) έως (328)



Σχήμα 3.41 Συγκριτής.

Στο προηγούμενο σχήμα φαίνεται η σύνταξη εντολής για σύγκριση. Τα **S1** και **S2** είναι οι αριθμοί ή οι θέσεις μνήμης το περιεχόμενο των οποίων θα συγκριθούν. Η σύγκριση μπορεί να γίνει είτε κατευθείαν μεταξύ αριθμών, είτε μεταξύ των περιεχομένων 2 θέσεων μνήμης, είτε μεταξύ συνδυασμού και των δύο (δηλαδή αριθμού με περιεχόμενο θέσης μνήμης). Οι αριθμοί που συγκρίνονται μπορεί να είναι είτε προσημασμένοι (signed) είτε χωρίς πρόσημο (unsigned) μήκους είτε 1 λέξης (1 word data), είτε 2 λέξεων (double length data). Υπάρχουν διάφορα είδη συγκρίσεων που μπορούμε να προγραμματίσουμε. Οι διάφορες επιλογές φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 3.9 Επιλογές και ρυθμίσεις για την σύνταξη της εντολής σύγκρισης.

Symbol	Option (data format)	Option (data length)
= (Equal)	None: Unsigned data	None: One-word data
< > (Not equal)	S: Signed data	L: Double-length data
< (Less than)		
<= (Less than or equal)		
> (Greater than)		
>= (Greater than or equal)		

Στην 1^η στήλη φαίνονται τα διάφορα είδη σύγκρισης. Στη 2^η στήλη η δήλωση του ότι οι αριθμοί είναι προσημασμένοι. Στην 3^η στήλη η δήλωση του ότι οι αριθμοί θα είναι μήκους 2 λέξεων.

Εμείς στο πρόγραμμα που φτιάξαμε (κεφάλαιο 4, σχήμα 4.3) χρησιμοποιήσαμε την σύγκριση «μικρότερο του..» [συγκρι-τής: <(310)] και «μεγαλύτερο του..» [συγκριτής: >(320)]. Όταν η σύγκριση είναι αληθής τότε επιτρέπει την εκτέλεση της εντολής που βρίσκεται συνδεδεμένη στην έξοδό του.

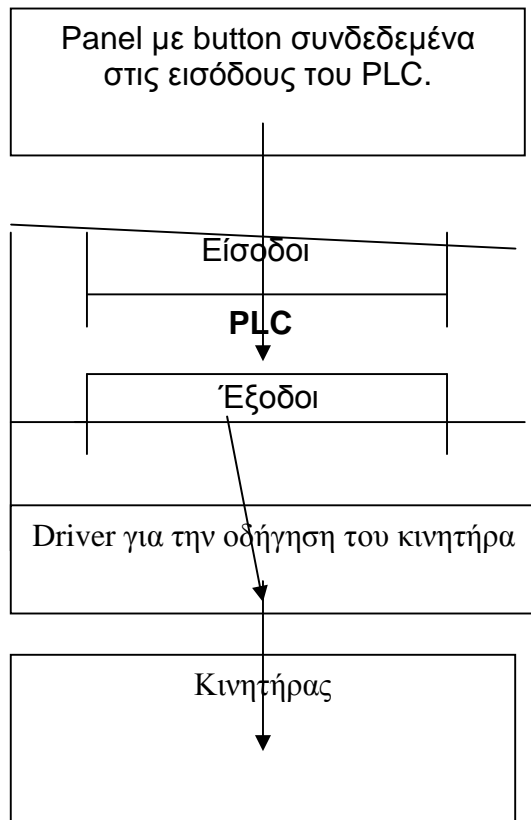
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ

4.1 Γενική περιγραφή του προγράμματος που φτιάχτηκε

Ο στόχος μας είναι να χρησιμοποιήσουμε κάποια από τις 2 εξόδους PWM (παραγωγή παλμών υψηλής συχνότητας με δυνατότητα ρύθμισης του βαθμού εργασίας), τις οποίες διαθέτει το PLC, έτσι ώστε να καταφέρουμε να οδηγήσουμε με κατάλληλο τρόπο τον κινητήρα και να τον κάνουμε να περιστρέφεται με μία επιθυμητή τιμή ταχύτητας (στροφές/min δηλαδή rpm).

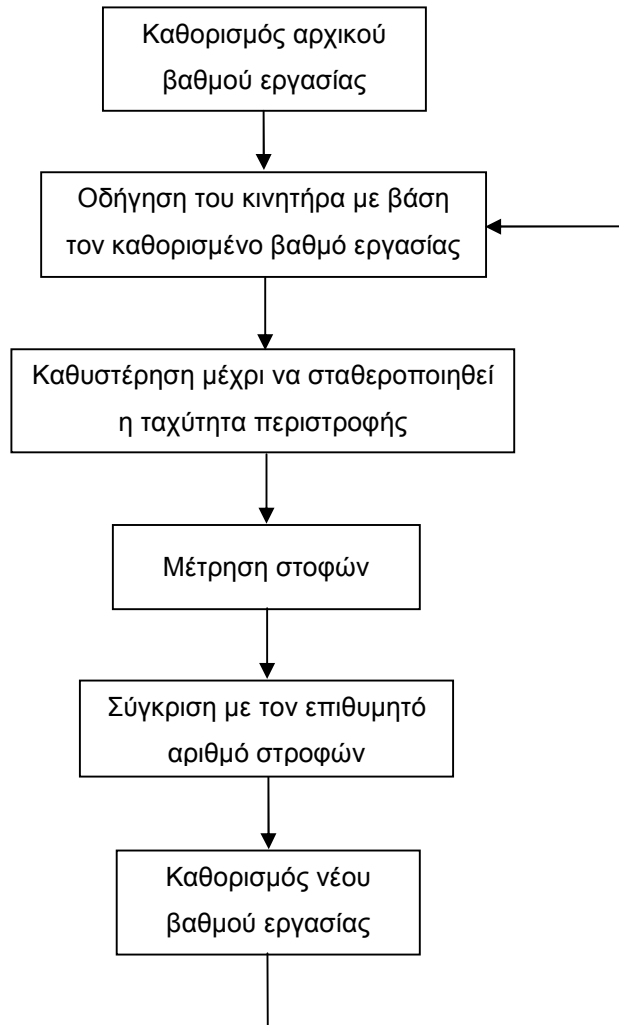
Παρακάτω παρουσιάζεται το μπλοκ διάγραμμα της συνολικής διάταξης.



Σχήμα 4.1 Μπλοκ διάγραμμα της συνολικής διάταξης.

4.2 Εξήγηση της λειτουργίας του προγράμματος

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το λογικό διάγραμμα του προγράμματος που φτιάχτηκε.



Σχήμα 4.2 Λογικό διάγραμμα του προγράμματος.

Η λειτουργία είναι η εξής:

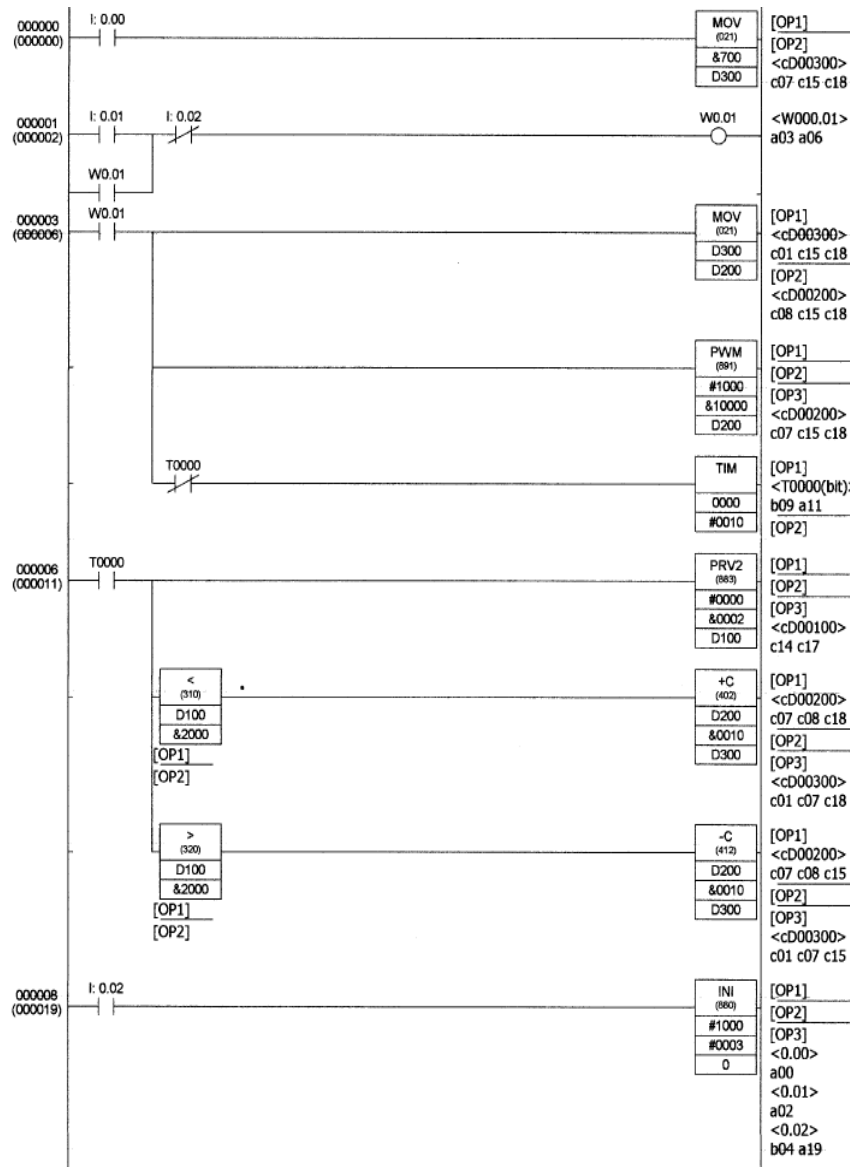
Αρχικά ρυθμίζεται ο βαθμός εργασίας των παλμών σε μία αυθαίρετη τιμή π.χ. 70%. Η εκκίνηση της περιστροφής του κινητήρα γίνεται με αυτόν τον βαθμό εργασίας και στην συνέχεια μεσολαβεί μία χρονική καθυστέρηση προκειμένου να σταθεροποιηθεί η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Μόλις γίνει αυτό τότε μετρείται η ταχύτητα και συγκρίνεται με την επιθυμητή τιμή και ο βαθμός εργασίας τροποποιείται αναλόγως. Δηλαδή εάν η ταχύτητα είναι μικρότερη από την επιθυμητή ο βαθμός εργασίας αυξάνεται κατά μία

συγκεκριμένη τιμή (βήμα). Αν η ταχύτητα περιστροφής είναι μικρότερη ο βαθμός εργασίας μειώνεται κατά 1 βήμα. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου ο βαθμός εργασίας γίνει τέτοιος ώστε η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα να γίνει ίδια με την επιθυμητή τιμή.

Στην μόνιμη κατάσταση αναμένεται ο βαθμός εργασίας να αυξομειώνεται συνέχεια κατά 1 βήμα. Εάν όμως το βήμα είναι αρκετά μικρό, δεν θα παρατηρείται κάποια αισθητή αλλαγή στη ταχύτητα περιστροφής. Επιπλέον εάν λάβουμε υπόψη μας και το γεγονός ότι υπάρχει θόρυβος, δηλαδή η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα δεν παραμένει τελείως σταθερή ακόμα και αν ο βαθμός εργασίας έχει σταθερή τιμή, τότε δεν είναι εφικτό ο βαθμός εργασίας να σταθεροποιηθεί σε μία συγκεκριμένη τιμή. Στη πραγματικότητα θα υπάρχουν αυξομειώσεις, μικρές βέβαια ανάλογα με το μέγεθος του θορύβου, οι οποίες όμως μπορεί να είναι και μεγαλύτερες από 1 βήμα.

4.3 Το πρόγραμμα που πραγματοποιήθηκε.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται το πρόγραμμα που πραγματοποιήθηκε.



Σχήμα 4.3 Το πρόγραμμα που φτιάχτηκε.

Εξήγηση των εντολών του προγράμματος.

Στο πρόγραμμα χρησιμοποιούνται 3 είσοδοι:

- η **I 0.00** η οποία ενεργοποιείται με το πάτημα του 1^{ου} μπου-τόν στο panel και είναι για να φορτωθεί μία αρχική τιμή για τον βαθμό εργασίας.
- η **I 0.01** η οποία ενεργοποιείται με το πάτημα του 2^{ου} μπου-τόν και είναι για την εκκίνηση της περιστροφής του κινητήρα.
- η **I 0.02** η οποία ενεργοποιείται με το πάτημα του 3^{ου} μπου-τόν και είναι για να σταματήσει η περιστροφή του κινητήρα.

Επίσης χρησιμοποιούνται και τρεις θέσεις μνήμης:

- α) η **D 100** όπου αποθηκεύεται η τιμή της ταχύτητας περιστροφής μόλις αυτή μετρηθεί.
- β) η **D 200** η οποία περιέχει τον βαθμό εργασίας των παλμών που θα τροφοδοτήσουν τον κινητήρα.
- γ) η **D 300** η οποία χρησιμοποιείται ως βοηθητική θέση μνήμης για την προσωρινή φύλαξη του εκάστοτε δοκιμαζόμενου βαθμού εργασίας.

Μόλις ενεργοποιηθεί η είσοδος **I 0.00** αποθηκεύεται στην **D 300** ο αρχικός βαθμός εργασίας π.χ. 70%. Η είσοδος **I 0.01** σε συνδυασμό με τον βοηθητικό ηλεκτρονόμο **W 0.01** είναι για

να δημιουργήσει αυτοσυγκράτηση ώστε να μην χρειάζεται να κρατάμε συνέχεια πατημένο το 2^ο μπουτόν. Άρα μόλις ε-ενεργοποιηθεί η **I 0.01** ενεργοποιείται ο **W 0.01**, ο οποίος παραμένει ενεργοποιημένος έως ότου ενεργοποιηθεί η **I 0.02** για το σταμάτημα της λειτουργίας.

Όσο είναι ενεργοποιημένος ο **W 0.01** το περιεχόμενο της **D 300** μεταφέρεται στην **D 200**. Μέσω της εντολής **PWM** γίνεται εξαγωγή παλμών με τον συγκεκριμένο βαθμό εργασίας που περιέχει η **D200**, και με συχνότητα 1 KHz (εμείς την έχουμε θέ-σει τόση), από καθορισμένη έξοδο του PLC προς το κύκλωμα οδήγησης του κινητήρα με αποτέλεσμα την εκκίνηση του τελευταίου.

Ο κινητήρας όμως δεν φτάνει ακαριαία την ταχύτητα περιστροφής που αντιστοιχεί στον βαθμό εργασίας διότι χρειάζεται να περάσει κάποιος χρόνος για να γίνει αυτό. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούμε το χρονικό **TIM** για να δημιουργήσουμε καθυστέρηση, το οποίο έχει προγραμματιστεί στο 1.6sec, και το οποίο εκτελείται κάθε φορά μετά την εκτέλεση της **PWM** προκειμένου να εξασφαλιστεί η σταθεροποίηση της ταχύτητας περιστροφής του κινητήρα.

Μόλις περάσει ο παραπάνω χρόνος, και αφού έχει στα-θεροποιηθεί η ταχύτητα, με την βοήθεια της εντολής **PRV2** με-τριέται αυτή (σε rpm) και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην θέση μνήμης **D 100**. Στην συγκεκριμένη

περίπτωση έχουμε θέσει ως επιθυμητή ταχύτητα περιστροφής 2000 rpm. Χρησιμο-

ποιώντας 2 συγκριτές, εάν ο αριθμός των στροφών του κινητήρα βρεθεί μεγαλύτερος από τον επιθυμητό με την βοήθεια ενός αφαιρέτη μειώνεται ο βαθμός εργασίας κατά 1%, ενώ εάν βρεθεί μικρότερος αυξάνεται κατά 1% αντίστοιχα και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στην **D 300**.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς έως ότου δημιουργηθεί εκείνος ο βαθμός εργασίας ο οποίος κάνει τον κινητήρα να περιστρέφεται με την πλησιέστερη ταχύτητα στις 2000 rpm. Στην πραγματικότητα όμως όπως αναφέρθηκε και στο τέλος της παραγράφου 4.2, στην μόνιμη κατάσταση ο βαθμός εργασίας αναμένεται να αυξομειώνεται συνέχεια κατά 1 βήμα (1%) συνεπώς αναμένεται και η ταχύτητα περιστροφής να αυξομειώνεται κατά μία μικρή τιμή αλλά αυτό ούτως ή άλλως δεν θα μπορούσε να αποφευχθεί τελείως λόγω του θορύβου που υπάρχει και ο οποίος οφείλεται στην κατασκευή του κινητήρα. Δηλαδή η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα δεν παραμένει τελείως σταθερή ακόμα και αν ο βαθμός εργασίας έχει σταθερή τιμή ή ακόμα και στην περίπτωση που ο κινητήρας τροφοδοτείται με σταθερή τάση.

Με την ενεργοποίηση της εισόδου **I 0.02** απενεργοποιείται αφενός ο βοηθητικός ηλεκτρονόμος **W 0.01**, αφετέρου εκτελείται η εντολή **INI** για να απενεργοποιηθεί η έξοδος '0' στην οποία η **PWM** βγάζει τους παλμούς.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- STEPHEN J. CHAPMAN
Ηλεκτρικές μηχανές AC-DC
Εκδόσεις Τζιόλα
2003

- Operation Manual του PLC της OMRON

- Programming Manual του PLC της OMRON
- CX Programmer της OMRON