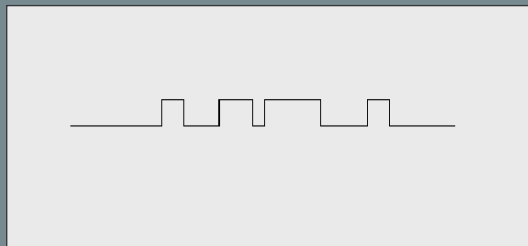


PWM (Pulse Width Modulation)

ή

Διαμόρφωση Παλμών κατά Πλάτος

Οπτικά το PWM μοιάζει με



Γιατί μας ενδιαφέρει ; Που χρησιμοποιείται ;



- ❑ Κυρίως σε οδήγηση κινητήρων (σερβοκινητήρων και dc κινητήρων)
- ❑ Τροφοδοτικά
- ❑ B
- ❑ γ

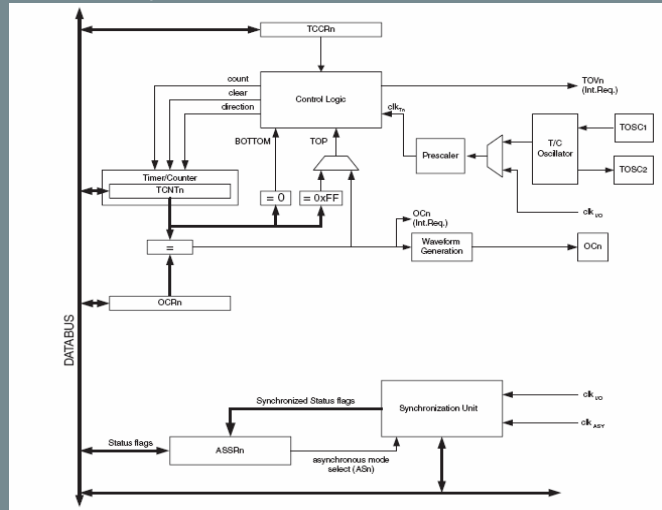
Σημαντικό σε τομείς όπως:

- Ρομποτική για την οδήγηση διάφορων κινητήρων (βραχίονες, πλατφόρμες κτλ)
- Μοντελισμός, για την οδήγηση των τροχών διάφορων οχημάτων

PWM στον AVR

Το PWM στον AVR τρέχει στο 8-bit Timer/Counter0

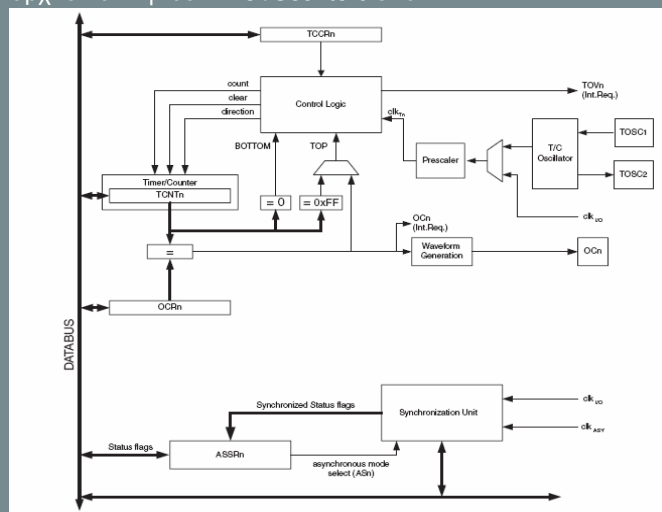
Η αρχιτεκτονική του Timer/Counter0 είναι



PWM στον AVR

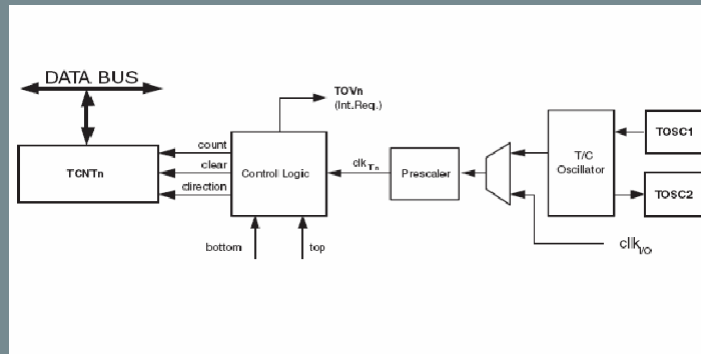
Το PWM στον AVR τρέχει στο 8-bit Timer/Counter0

Η αρχιτεκτονική του Timer/Counter0 είναι



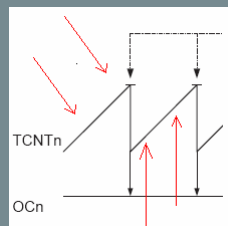
Timer/Counter0: Counter Unit

Η μονάδα αυτή είναι το βασικό τμήμα του timer/counter0



Ρυθμίσεις στο Timer Counter

Είναι ένας μετρητής, ο οποίος παράγει την άνοδο που φαίνεται στο σχήμα

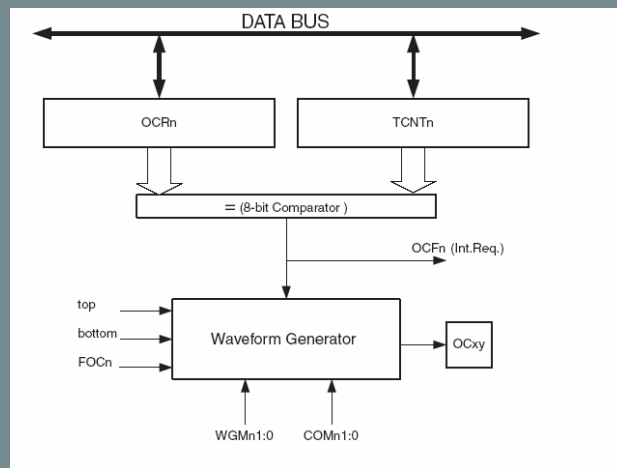


Στο σχήμα της προηγούμενης διαφάνειας υπάρχουν 7 σήματα που καθορίζουν την μορφή αυτή:

- count
- direction
- clear
- clkTO
- top
- bottom
- TOVn

Timer/Counter0: Output Compare Unit

Το τμήμα του Output Compare Unit είναι το



Λειτουργία του Output Compare Unit

Η βασική του λειτουργία είναι να συγκρίνει το TCNT0 με το OCR0

Όταν $TCNT0 = OCR0 \Rightarrow$ Ο συγκριτής παράγει σήμα \Rightarrow

Το OCF0 (σημαία σύγκρισης της εξόδου) γίνεται 1 και παράγει ένα interrupt. Όταν το interrupt εκτελεστεί, το OCF0 μηδενίζεται

Βάσει αυτών και των ρυθμίσεων που κάναμε,



Είδη PWM



Στον Timer/Counter0 υπάρχουν 4 τρόποι λειτουργίας:

Οι δύο από αυτούς χαρακτηρίζονται ως PWM

- Fast PWM
- Phase Correct PWM

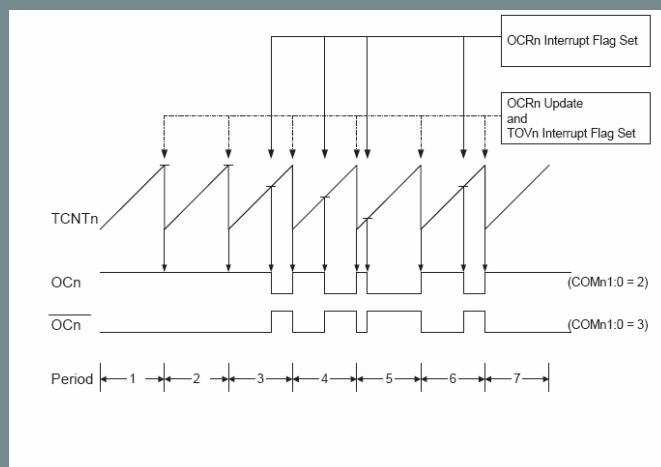
Οι άλλοι δύο τρόποι λειτουργίας του Timer/Counter0 είναι

- Normal Mode
- Clear Timer on Compare Match Mode (CTC)

Fast PWM



Το fast PWM μοιάζει κάπως έτσι



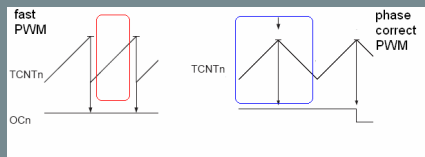
Χαρακτηριστικά του Fast PWM

Το fast PWM χρησιμοποιείται κυρίως όταν θέλουμε υψίσυχο PWM, δηλαδή PWM με πολλές εναλλαγές

Πως ;;;

Στο fast PWM η λειτουργία του TCNT0 είναι μόνο ανοδική.

Δηλαδή



Άρα ο TCNT0 κάνει την μισή «διαδρομή»

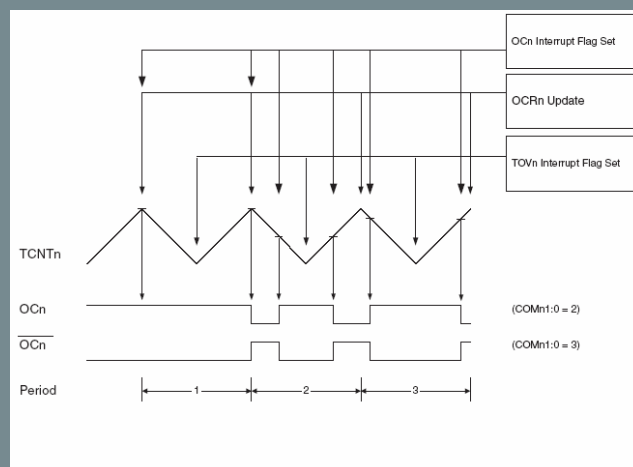
Άρα δυο φορές πιο γρήγορο PWM

$$f_{OCnPWM} = \frac{f_{I/O_PWM}}{N \cdot 256}$$

Ως εκ τούτου σημαντικό σε εφαρμογές όπως DAC, power regulation, rectification

Phase Correct PWM

Το phase correct PWM μοιάζει κάπως



περί ... phase correct PWM



Η λειτουργία αυτή παράγει ένα PWM υψηλής ανάλυσης (high resolution)

Η ανάλυση είναι 8 bit

Αντίθετα με το fast PWM, η λειτουργία του είναι πρώτα ανοδική και μετά καθοδική.

Στη διάρκεια της ανόδου, η έξοδος (Output Compare-OC) μηδενίζεται (low) όταν TCNT0=OCR0

Στη διάρκεια της καθόδου, η έξοδος (Output Compare-OC) γίνεται high όταν TCNT0=OCR0

περί ... phase correct PWM



Η συχνότητα του phase correct PWM δίνεται από

$$f_{OCnPCPWM} = \frac{f_{I/O_PWM}}{N \cdot 510}$$

Υπάρχουν δύο ακραίες περιπτώσεις κατά την διάρκεια των συγκρίσεων

1. Αν ο OCR0 έχει τεθεί ίσος με την τιμή BOTTOM τότε η έξοδος μόνιμα low.
2. Αν ο OCR0 έχει τεθεί ίσος με την τιμή MAX τότε η έξοδος μόνιμα high.

περί ... phase correct PWM



Αλλαγή γίνεται μόνο όταν έχουμε επιτυχή σύγκριση $TCNT0=OCR0$

Εξαιρέσεις ;;;

2 περιπτώσεις,
όπου αλλαγή γίνεται και χωρίς να έχει προηγηθεί Compare Match

1. Όταν ο OCR0 έχει τιμή MAX το OCn pin έχει την τιμή μιας επιτυχούς σύγκρισης κατά την διάρκεια της καθόδου του TCNT0. Για να έχουμε συμμετρία, η τιμή αλλάζει, έτσι ώστε να ισούται με την τιμή μετά από επιτυχή σύγκριση κατά την διάρκεια της ανόδου.
2. Ο TCNT0 ξεκινάει να μετράει από τιμή μεγαλύτερη από αυτή που δώσαμε στον OCR0. Έτσι δεν θα έχουμε επιτυχή σύγκριση, και άρα θα χαθεί και η αλλαγή που θα είχαμε στο OC

περιληπτικά: Πως το ρυθμίζουμε;



Βασικά 3 οι καταχωρητές που μας ενδιαφέρουν

- Timer/Counter Control Register (TCCR0)
- Timer/Counter Register (TCNT0)
- Output Compare Register

περιληπτικά: Πως το ρυθμίζουμε; TCCR0



Τα bit του καταχωρητή είναι τα:

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	FOC0	WGM00	COM01	COM00	WGM01	CS02	CS01	CS00	TCCR0
Read/Write	W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Τα WGM00 (bit 6) και WGM01 (bit 3) καθορίζουν βασικά τι λειτουργία θα έχουμε(fast PWM, phase correct PWM κτλ)
- Τα COM01 (bit 5) και COM00 (bit 4) καθορίζουν την συμπεριφορά του Output Compare pin. Ουσιαστικά καθορίζει αν η κυματομορφή θα είναι κανονική(non inverted) ή ανεστραμμένη(inverted).
- Τα CS02 (bit 2), CS01 (bit 1) και CS00 (bit 0) καθορίζουν την συχνότητα του PWM, δηλαδή την τιμή N που θα έχει ο prescaler

περιληπτικά: Πως το ρυθμίζουμε; OCR0



Είναι ένας καταχωρητής ων 8 bit

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	OCR0[7:0]								OCR0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

Η τιμή του συνεχώς συγκρίνεται με τον TCNT0

Βάσει των συγκρίσεων παράγονται ή τα interrupts ή παράγεται η κυματομορφή

περιληπτικά: Πως το ρυθμίζουμε; TCNT0



Ο καταχωρητής αυτός είναι ο

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
	TCNT0[7:0]								TCNT0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Σε αυτόν τον καταχωρητή μπορούμε τόσο να διαβάσουμε όσο και να γράψουμε.
- Όταν γράφουμε κάτι σε αυτόν, δεν γίνεται η σύγκριση στον επόμενο κύκλο ρολογιού.
- Αν τον αλλάξουμε ενώ λειτουργεί, υπάρχει κίνδυνος να χαθεί μια σύγκριση με τον OCR0, όπως παρατηρήθηκε προηγουμένως.