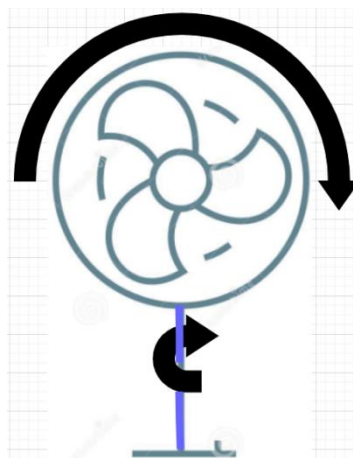


Εργαστηριακή Άσκηση 03:

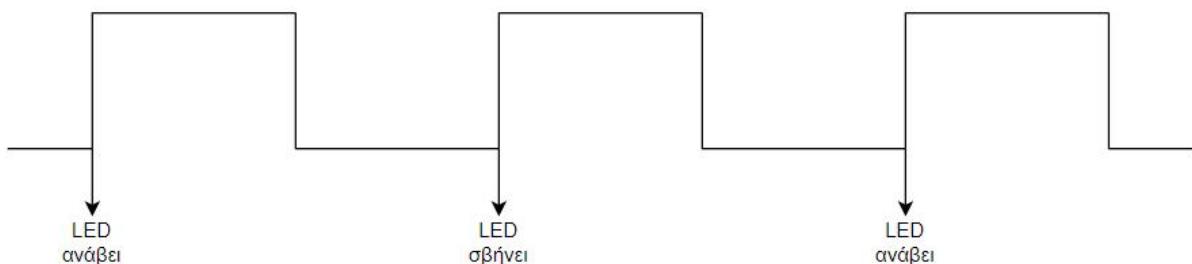
Εξοικείωση με την Παλμοευρική Διαμόρφωση (Pulse-Width Modulation – PWM)

1 Περιγραφή

Σε αυτή την εργαστηριακή άσκηση, θα προσομοιωθεί η κίνηση ενός ανεμιστήρα. Ένας ανεμιστήρας αποτελείται από δύο περιστροφικές κινήσεις, μία κυκλική κίνηση των λεπίδων και μία κυκλική κίνηση της βάσης, ώστε ο ανεμιστήρας να μπορεί να περιστρέφεται και να καλύπτει περισσότερο χώρο, όπως απεικονίζεται και στο σχήμα 3.1. Οι δύο αυτές κυκλικές κινήσεις θα προσομοιωθούν με δύο διαφορετικούς ρυθμούς, που θα καθορίζονται από δύο διαφορετικούς Παλμοευρικούς Διαμορφωτές (Pulse-Width Modulators – PWMs), (μπορείτε να χρησιμοποιήσετε όποιον καταχωρητή σας διευκολύνει). Ο ρυθμός κάθε κίνησης θα εμφανίζεται σε ένα LED (LED0 και LED1), το οποίο θα ενεργοποιείται όταν ο παλμός θα βρίσκεται στην ανερχόμενη παρυφή (rising edge) και θα απενεργοποιείται όταν ακολουθεί η ανερχόμενη παρυφή (rising edge) του επόμενου παλμού, (όπως φαίνεται αναλυτικά και στο σχήμα 3.2). Το LED0 (PORTD PIN0) θα αντιστοιχεί στην κίνηση των λεπίδων και το LED1 (PORTD PIN1) στην κίνηση της βάσης.



Σχήμα 3.1 : Δύο κινήσεις ανεμιστήρα.

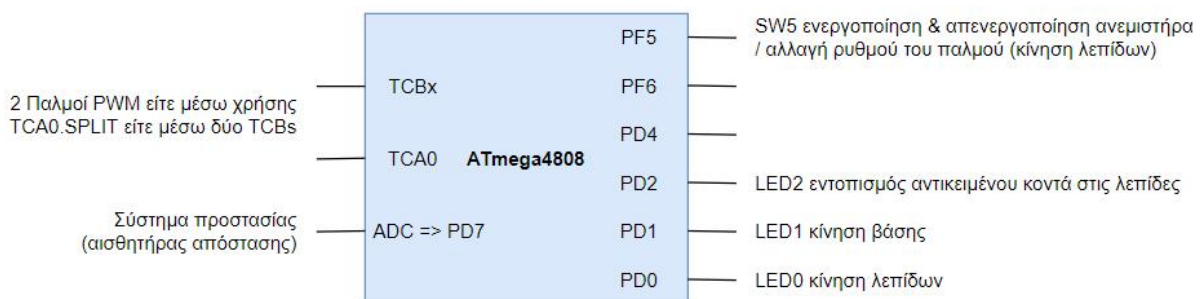


Σχήμα 3.2 : Αναπαράσταση λειτουργίας LED μέσω του PWM.

Όταν ενεργοποιηθεί ένας διακόπτης (switch 5 του PORTF), ο ανεμιστήρας ενεργοποιείται, δηλαδή οι ακόλουθες ενέργειες εκτελούνται:

- Η κυκλική κίνηση της βάσης ενεργοποιείται, η οποία προσομοιώνεται με ένα παλμό περιόδου $T_b = 2 \text{ ms}$ και κύκλο λειτουργίας (duty cycle) $D_b = 40\%$. Ο παλμός αυτός οδηγεί το LED1 του PORTD μέσω των ανερχόμενων παρυφών (rising edges).
- Η κυκλική κίνηση των λεπίδων ενεργοποιείται, η οποία προσομοιώνεται με έναν παλμό περιόδου $T_l = 1 \text{ ms}$ και κύκλο λειτουργίας (duty cycle) $D_l = 50\%$. Ο παλμός αυτός οδηγεί το LED0 του PORTD μέσω των ανερχόμενων παρυφών (rising edges).
- Ο Μετατροπέας Αναλογικού σε Ψηφιακό (Analog to Digital Converter – ADC) ενεργοποιείται και όταν εντοπίσει κάποια τιμή μικρότερη ενός προκαθορισμένου κατωφλίου (threshold), δηλαδή όταν κάποιο αντικείμενο εντοπιστεί πολύ κοντά στις λεπίδες που περιστρέφονται, ο ανεμιστήρας απενεργοποιείται άμεσα και ένα τρίτο LED (LED2 του PORTD) ενεργοποιείται. Για να λειτουργήσει ξανά ο ανεμιστήρας πρέπει να ενεργοποιηθεί ο διακόπτης (switch 5 του PORTF) και να απενεργοποιηθεί το LED2 του PORTD.

Όταν ενεργοποιηθεί δεύτερη φορά ο ίδιος διακόπτης (switch 5 του PORTF) μετά την εκκίνηση της λειτουργίας του ανεμιστήρα, η περίοδος του παλμού της κυκλικής κίνησης των λεπίδων διπλασιάζεται με κύκλο λειτουργίας (duty cycle) $T_l = 50\%$. Ο ADC και ο παλμός της κυκλικής κίνησης της βάσης συνεχίζουν τη λειτουργία τους όπως περιγράφηκε παραπάνω. Αν ο διακόπτης αυτός πατηθεί τρίτη φορά, τότε ο ανεμιστήρας απενεργοποιείται και οι δύο παλμοί μαζί με τον ADC σταματούν τη λειτουργία τους.



Σχήμα 3.3 : Απεικόνιση ATmega4808, Εργαστηριακής Άσκησης 03

Παρατήρηση: Καθώς υπάρχουν διαφορετικές ρουτίνες διακοπών (ISR) για τον καθένα παλμό, πρέπει να δοθεί προσοχή πότε οι παλμοί έρχονται σε ανερχόμενη παρυφή (rising edge). Δύο ρουτίνες διακοπών δεν μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα, επομένως για να μην χαθεί η συχνότητα των LEDS, οι δύο παλμοί είτε δεν πρέπει να έρχονται ταυτόχρονα σε ανερχόμενη παρυφή, είτε θα χρησιμοποιηθεί μία ISR μέσα στην οποία θα ελέγχεται η ενεργοποίηση της δεύτερης ISR μέσω των αντίστοιχων flags των καταχωρητών INTFLAGS.

Παρακάτω θα αναφερθούν κάποιες πληροφορίες αναφορικά με τη λειτουργία PWM στον μικροελεγκτή. Αρχικά, πολλοί διαφορετικοί χρονιστές/μετρητές (timers/counters) εκτελούν λειτουργία PWM. Ο TCA είναι ένας από αυτούς, ο οποίος χρησιμοποιείται και στο παράδειγμα. Αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει, δηλαδή ως ένας 16-bit PWM, ή ως δύο 8-bit

timers/counters, οι οποίοι δημιουργούν δύο διαφορετικά PWMs (δείτε σελ. 196 και σελ. 224 του ATmega4808 Datasheet).

Επιπλέον, υπάρχουν τρεις διαφορετικοί TCB timers/counters, ο καθένας από τους οποίους περιέχει ένα 8-bit PWM Mode (σελ. 239-240 του ATmega4808 Datasheet). Όλοι οι καταχωρητές του TCB και πως προγραμματίζονται κατάλληλα για το PWM Mode αναλύονται στις σελίδες 243-253 του ATmega4808 Datasheet. Επίσης, στο pdf “Getting Started with TCB” αναλύεται πως ορίζεται το PWM Mode των TCB (βρίσκεται στο e-class, στο φάκελο Βιβλιογραφία).

*** Σημείωση: Μπορείτε να μελετήσετε με λεπτομέρεια τις αναφερόμενες σελίδες των παραπάνω δύο Datasheets. ****

Χρήσιμη οδηγία: Δείτε το παραπάνω παράδειγμα 5.

2 Ερωτήματα Εργαστηριακής Άσκησης 3

- 1 Υλοποιείτε τη λειτουργία ενεργοποίησης του ανεμιστήρα μετά την ενεργοποίηση του διακόπτη (switch 5), δηλαδή οι δύο παλμοί PWM αρχικοποιούνται και οδηγούν τα δύο LEDs.
- 2 Προσθέστε στη λειτουργία σας τον ADC, ο οποίος όταν θα εμφανίζει μια τιμή μικρότερη από ένα κατώφλι (threshold) θα σταματά τη λειτουργία του ανεμιστήρα και θα ανάβει ένα τρίτο LED (LED2). Επίσης, προσθέστε τη λειτουργία επανεκκίνησης του ανεμιστήρα.
- 3 Προσθέστε τη δεύτερη λειτουργία του παλμού της κυκλικής κίνησης των λεπίδων μέσω της ενεργοποίησης του διακόπτη (switch 5). Επίσης, προσθέστε τη λειτουργία απενεργοποίησης του ανεμιστήρα.

3 Αναφορά Εργαστηριακής Άσκησης 3

- 1 Αναπτύξτε τον κώδικα σας και βεβαιωθείτε πως όλες οι λειτουργίες εκτελούνται σωστά, όπως περιγράφεται στην εργαστηριακή άσκηση.
- 2 Παραδίδετε αναλυτική περιγραφή στην αναφορά σας, με τη λειτουργία του κώδικά σας, μαζί με διάγραμμα ροής. Εξηγήστε τον τρόπο με τον οποίο ο κώδικά σας εκτελεί όλες τις διαδικασίες, της εφαρμογής που αναλύθηκε παραπάνω, καθώς και τα πιθανά στοιχεία (interrupts, PWM, ADC, κτλ.) που επιλέξατε και χρησιμοποιήσατε.
- 3 Τέλος, στην αναφορά σας μπορείτε να σχεδιάσετε τους παλμούς που έχετε δημιουργήσει, να εξηγήσετε πως προέκυψαν και γιατί επιλέξατε αυτόν τον τρόπο υλοποίησης.

*** Σημείωση: Παραδίδετε τον κώδικα σας ανά ομάδα και τα αναλυτικά σχόλια, για τις εντολές που χρησιμοποιήσατε.