

CTMU

Με τη μονάδα CTMU (Charge Time Measurement Unit) μπορούμε να μετρήσουμε απόλυτη χωρητικότητα, σχετική μεταβολή χωρητικότητας καθώς επίσης και χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο παλμούς.

Βασίζεται στην ύπαρξη σταθερής πηγής ρεύματος η οποία φορτίζει ένα “κύκλωμα”. Η τάση που αποκτά το “κύκλωμα” μετριέται με τη χρήση του ADC του μικροελεγκτή.

Για τη μέτρηση χωρητικότητας συνδέεται σε ένα κανάλι το χωρητικό φορτίο που θέλουμε να μετρήσουμε. Καθορίζεται η πηγή ρεύματος σε μια γνωστή τιμή. Ξεκινάμε τη φόρτιση για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και μετά την πάροδο του διαστήματος ο ADC μετράει την αναλογική τάση που έχει στα άκρα του ο πυκνωτής (το χωρητικό φορτίο). Ισχύει:

$$I = \frac{dQ}{dt} \Leftrightarrow I = \frac{d(C \cdot V)}{dt} \Leftrightarrow I = \frac{C \cdot dV}{dt} \Leftrightarrow I = \frac{C \cdot (V - 0)}{t - 0} \Leftrightarrow I = \frac{C \cdot V}{t} \Leftrightarrow C = \frac{I \cdot t}{V}$$

Για τη μέτρηση απόλυτης χωρητικότητας χρειάζεται να γίνει calibration διότι από τις μετρήσεις η παραπάνω σχέση θα συμπεριλαμβάνει και την παρασιτική χωρητικότητα που θα υπάρχει.

Παράδειγμα: Ένας πυκνωτής συνδέεται σε ένα αναλογικό κανάλι του μικροελεγκτή για να βρεθεί η χωρητικότητά του. Φορτίζεται με πηγή ρεύματος 5μΑ σε τάση 4V μέσα σε χρόνο 40μs. Αν η παρασιτική χωρητικότητα που παρουσιάζει το κύκλωμα είναι 10pF να βρεθεί η χωρητικότητα του πυκνωτή.

Λύση: Η συνολική χωρητικότητα θα είναι $C = 5 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 10^{-6} / 4 \text{ F} = 50 \cdot 10^{-12} \text{ F} = 50 \text{ pF}$

Άρα, αφαιρώντας την παρασιτική, η χωρητικότητα του πυκνωτή θα είναι:

$$C = C_{\text{ολ}} - C_{\text{stray}} \Rightarrow C = 50\text{pF} - 10\text{pF} = 40 \text{ pF}$$

CTMU

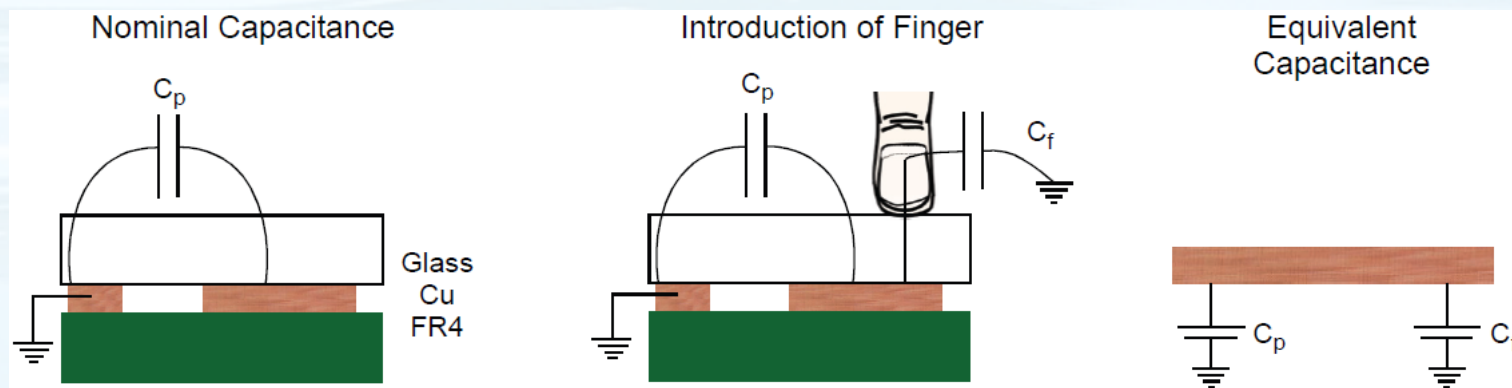
Για τη μέτρηση μεταβολής χωρητικότητας δεν απαιτείται calibration.

Το CTMU module μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που θέλουμε να διασυνδέσουμε χωρητικό πληκτρολόγιο αφής στο μικροελεγκτή.

Η βασική ιδέα είναι ότι κάποια περιοχή (που θεωρούμε πλήκτρο) παρουσιάζει μια μικρή παρασιτική χωρητικότητα. Ακουμπώντας το δάχτυλό μας ουσιαστικά προθέτουμε την χωρητικότητα που παρουσιάζει το ανθρώπινο σώμα.

Σαρώνοντας συνέχεια και μετρώντας τη χωρητικότητα των συγκεκριμένων περιοχών (που τις θεωρούμε ως πλήκτρα αφής) όταν ανιχνευτεί μεταβολή χωρητικότητας τότε αυτό σημαίνει ότι έχει πατηθεί κάποιο “πλήκτρο”.

Οδηγώντας την κάθε περιοχή σε διαφορετικά κανάλια του μικροελεγκτή και με τη μονάδα CTMU μπορούμε να ανιχνεύσουμε ουσιαστικά την αφή.



CTMU

Η μέτρηση χρόνου μπορεί να επιτευχθεί ανάμεσα σε δύο παλμούς σε κάποιο ακροδέκτη (συμβάντα).

Η μέτρηση βασίζεται στη σχέση $T=(C/I)*V$

Πριν την οποιαδήποτε μέτρηση υπολογίζουμε το λόγο C/I προκαλώντας διαδοχικά τα δύο συμβάντα σε χνωστό χρόνο. Το πρώτο συμβάν εκκινεί τη φόρτιση πυκνωτή σε κάποιο κανάλι της CTMU και το δεύτερο σταματάει την πηγή ρεύματος και εκκινεί την A/D μετατροπή.

Αφού υπολογιστεί ο λόγος C/I στη συνέχεια μπορεί πάντοτε να υπολογίζεται ο χρόνος ανάμεσα στα δύο συμβάντα τα οποία θα προκαλούνται από εξωτερικά κυκλώματα.

Peripheral Pin Select (PPS)

Με τη συγκεκριμένη μονάδα ο προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να καθορίσει σε ποιον ακροδέκτη του μικροελεγκτή θα βγει ένα I/O ενός περιφερειακού.

Για παράδειγμα οι ακροδέκτες του SPI είναι οι SCK, SDO και SDI.

Ο προγραμματιστής μπορεί να ρυθμίσει προγραμματιστικά ποιοι ακροδέκτες του μικροελεγκτή θα αποτελέσουν τα παραπάνω σήματα.

Αυτό δίνει το πλεονέκτημα ένας μικροελεγκτής να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλο εύρος εφαρμογών πολύ πιο εύκολα. Συνήθως τα περιφερειακά που διαθέτουν, απαιτούν περισσότερους ακροδέκτες από αυτούς που πραγματικά έχει με αποτέλεσμα τα σήματα να πολυπλέκονται σε κάποιους από αυτούς.

Αυτό όμως δημιουργεί πρόβλημα όταν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε δύο περιφερειακά με τα απαραίτητα σήματα των οποίων να πολυπλέκονται στο ίδιο pin του μικροελεγκτή. Με το PPS προγραμματιστικά πολυπλέκουμε τα σήματα σε διαφορετικούς ακροδέκτες.

Το περιφερειακό αυτό επίσης μπορεί να αποδειχθεί πολύ χρήσιμο κατά το σχεδιασμό του τυπωμένου κυκλώματος μιας εφαρμογής καθώς για τη διευκόλυνση του PCB ένα σήμα μπορεί να “συμφέρει” σχεδιαστικά να βγει από κάποιο άλλο ακροδέκτη.

Real Time Clock (RTC)

Η μονάδα RTC παρέχει ευκολία στον προγραμματιστή σε εφαρμογές που απαιτείται η ύπαρξη ρολογιού πραγματικού χρόνου.

Σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές υπάρχει ημερομηνία και ώρα.

Στους πρώτους μικροελεγκτές όπου μια εφαρμογή απαιτούσε RTC έπρεπε υλοποιηθεί προγραμματιστικά. Αυτό σήμαινε κατάλληλα χρονικά διαστήματα παραγωγής ενός δευτερολέπτου με ακρίβεια, πολλούς καταχωρητές για αποθήκευση των δεδομένων χρόνου, πρόβλεψη για τα δισεκτα έτη κλπ.

Σε μεταγενέστερους μικροελεγκτές όπου υπάρχει μονάδα RTC ενσωματωμένη όλα γίνονται αυτόματα ενώ ο προγραμματιστής το μόνο που έχει να κάνει είναι απλώς να διαβάσει κάποιους καταχωρητές για την ημερομηνία ή την ώρα.

Φυσικά θα πρέπει να τους ρυθμίσει πρώτα με τα σωστά δεδομένα.

Οι καταχωρητές περιλαμβάνουν την ημερομηνία και την ώρα σε BCD μορφή για πιο εύκολη επεξεργασία.

Επιπλέον υπάρχει και δυνατότητα για alarm σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές σηματοδοτώντας κατάλληλα interrupt στον μικροελεγκτή.

Direct Memory Access (DMA)

Η μονάδα DMA είναι ένα πανίσχυρο χαρακτηριστικό το οποίο προσδίδει απευθείας πρόσβαση στη RAM ενός μικροελεγκτή από κάποιο άλλο περιφερειακό **ΧΩΡΙΣ ΤΗ ΜΕΣΟΛΑΒΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ**.

Η μονάδα DMA μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον ADC του μικροελεγκτή (όπως έχει ήδη αναφερθεί) ώστε να γίνονται κάποιες μετατροπές και τα αποτελέσματα να εγγράφονται αυτόματα σε διαδοχικές θέσεις μνήμης χωρίς ο επεξεργαστής να διαβάζει τον buffer που αποθηκεύει ο ADC και μετά να γράφει στη RAM.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με την παράλληλη θύρα όπου τα δεδομένα που λαμβάνονται και εγγράφονται στον buffer της παράλληλης θύρας αυτόματα μεταφέρονται στη RAM μέσω DMA.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί με το SPI όπου κάθε byte που λαμβάνεται από τον buffer του περιφερειακού να αποθηκεύεται στη RAM απευθείας. Υπάρχει η δυνατότητα να αποθηκευτούν πολλά byte προς αποστολή στη RAM και με τη χρήση του DMA ένα ένα να διαβάζονται απευθείας από τη RAM και να στέλνονται σειριακά μέσω του SPI.

Η μονάδα DMA μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από τη UART αλλά και από κάποιο CAN module που θα συζητηθεί στη συνέχεια.

Cyclic Redundancy Check (CRC)

Η μονάδα CRC χρησιμοποιείται ως ένα επιπλέον μέτρο για την επαλήθευση ορθής αποστολής ενός πακέτου δεδομένων. Στα συστήματα τηλεπικοινωνιών και δικτύων μεταδίδεται τεράστιος όγκος δεδομένων. Έχουν εφευρεθεί κώδικες για ανίχνευση αλλά και διόρθωση σφαλμάτων. Το CRC είναι ένα επιπλέον πακέτο που προστίθεται στο τέλος του μηνύματος. Ο δέκτης του πακέτου υπολογίζει το CRC από τα δεδομένα του πακέτου και από το αποτέλεσμα μπορεί να καταλάβει εάν το πακέτο ήρθε σωστά ή περιέχει σφάλματα. Ο υπολογισμός του CRC είναι ιδιαίτερα περίπλοκος και απαιτούνται αρκετοί κύκλοι ρολογιού αν υλοποιηθεί σε software. Η μονάδα CRC υπολογίζει το CRC ενός πακέτου πολύ πιο γρήγορα απαιτώντας ελάχιστους παλμούς και μπορεί να είναι 200 φορές ή και ακόμα περισσότερο πιο γρήγορη σε σύγκριση ακόμα και με την καλύτερη software υλοποίηση.

Το CRC προκύπτει κάνοντας διαίρεση με γνωστό πολυώνυμο.

Το αποτέλεσμα προστίθεται στο μήνυμα και μεταδίδεται. Ο δέκτης εκτελεί τη διαίρεση με το πολυώνυμο και αν το αποτέλεσμα βγει μηδέν τότε το μήνυμα έχει μεταδοθεί σωστά.

Cyclic Redundancy Check (CRC)

Παράδειγμα

Μήνυμα: 110101, CRC-πολυώνυμο: 101

Επεξεργασία στον transmitter

Message = 110101
Polynomial = 101

$$\begin{array}{r} 11010100 \div 101 = 11101 \\ \underline{101} \\ 111 \\ \underline{101} \\ 100 \\ \underline{101} \\ 110 \\ \underline{101} \\ 110 \\ \underline{101} \\ 11 \\ \underline{11} \end{array}$$

Quotient (has no function in CRC calculation)

← Remainder = CRC checksum

Message with CRC = 11010111

Επεξεργασία στο receiver

Message with CRC = 11010111
Polynomial = 101

$$\begin{array}{r} 11010111 \div 101 = 11101 \\ \underline{101} \\ 111 \\ \underline{101} \\ 100 \\ \underline{101} \\ 111 \\ \underline{101} \\ 101 \\ \underline{101} \\ 00 \end{array}$$

Quotient

← Checksum is zero, therefore, no transmission error

Controller Area Network (CAN)

Στις περισσότερες από τις προηγμένες οικογένειες μικροελεγκτών υπάρχει CAN controller.

Το CAN αποτελεί ένα ενσύρματο σειριακό πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές που υπάρχουν υψηλά επίπεδα θορύβου αλλά και σε εφαρμογές με σχετικά υψηλές απαιτήσεις σε bit rate. Η ταχύτητα μπορεί να φτάσει έως το 1Mbps ενώ ρίχνοντας τις απαιτήσεις σε ταχύτητα (έως μερικά Kbps) το μήκος του καλωδίου μπορεί να ταξιδέψει ακόμα και το 1 km.

Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές ενώ βρίσκει εφαρμογή στην αυτοκινητοβιομηχανία. Συνήθως με CAN bus επικοινωνούν οι αισθητήρες στα διάφορα σημεία του αυτοκινήτου με τον εγκέφαλο.

Το specification καλύπτει τμήμα των δύο κατώτερων επιπέδων (φυσικό επίπεδο και επίπεδο σύνδεσης) του μοντέλου OSI.

Στο CAN bus δεν υπάρχουν άμεσες διευθύνσεις στις συσκευές που είναι συνδεδεμένες. Κάθε συσκευή λαμβάνει όλα τα μηνύματα και αναλόγως μπορεί να τα αποδεχθεί ή να τα απορρίψει.

Controller Area Network (CAN)

Είδη μηνυμάτων:

- α. Message Frame
- β. Remote Frame
- γ. Error Frame
- δ. Overload Frame

α. Αποτελεί το μήνυμα δεδομένων που αποστέλλεται από έναν CAN transmitter.

β. Αποτελεί ένα ειδικό μήνυμα το οποίο ουσιαστικά “ζητάει” ως απάντηση ένα ειδικό και προκαθορισμένο μήνυμα δεδομένων.

γ. Μήνυμα λάθους το οποίο αποστέλλεται από οποιαδήποτε συσκευή όταν ανιχνευτεί λάθος στο bus.

δ. Χρησιμοποιείται για να παρέχει έναν επιπλέον χρόνο ανάμεσα σε δύο διαδοχικά frames.

Κάθε μήνυμα περιλαμβάνει ένα πεδίο το οποίο είναι γνωστό ως Identifier.

Οι συνδεδεμένες συσκευές στο CAN bus είναι προγραμματισμένες να αποδέχονται ή να απορρίπτουν συγκεκριμένα identifiers.

Τα identifiers μπορεί να είναι 11 bit ή 29 bit.

CAN in Automation (CiA)

Ο CiA αποτελεί έναν μη κερδοσκοπικό οργανισμό ο οποίος συστήθηκε για την προώθηση του προτύπου CAN αλλά και για την παροχή πληροφοριών σε όσους προτίθενται να χτίσουν εφαρμογές βασισμένες στο CAN bus.

Αναπτύχθηκε από τα μέλη της CiA το CANopen το οποίο αποτελεί ένα πρωτόκολλο βασισμένο στο CAN αλλά παράλληλα καλύπτει υψηλότερα επίπεδα στο μοντέλο OSI.

Γενικά χρησιμοποιείται σε δίκτυα ελέγχου μηχανών, σε ιατρικό εξοπλισμό, σε ηλεκτρονικά που χρησιμοποιούνται στη ναυτιλία, στον αυτοματισμό κτιρίων κλπ.

Ένα αντίστοιχο πρωτόκολλο είναι το DeviceNet το οποίο περισσότερο χρησιμοποιείται σε βιομηχανικούς αυτοματισμούς.

Ο μικροελεγκτής PIC διαθέτει CAN bus controller ο οποίος επιμελείται αυτόματα όλες τις χαμηλού επιπέδου λειτουργίες αφήνοντας στον προγραμματιστή της υψηλότερου επιπέδου ενέργειες.

Αν απαιτείται η ανάπτυξη εφαρμογής για χρήση σε CANopen ή DeviceNet τότε ο προγραμματιστής θα πρέπει να υλοποιήσει ο ίδιος τα ανώτερα επίπεδα.

USB

Το USB είναι ένα σειριακό γρήγορο πρότυπο το οποίο όταν πρωτοδημιουργήθηκε είχε σκοπό την επικοινωνία ανάμεσα στον υπολογιστή και σε κάποιες περιφερειακές συσκευές.

Τώρα η χρήση του έχει επεκταθεί και περιλαμβάνει σύνδεση ανάμεσα και σε πολλές ηλεκτρονικές συσκευές.

Για μία USB σύνδεση απαιτείται μία ένα USB host και ένα USB device.

Κατά τη σύνδεση με τον υπολογιστή ο υπολογιστής είναι η host συσκευή και ότι συνδεθεί σε αυτόν θα αποτελεί την device συσκευή.

Οι πρώτοι μικροελεγκτές που κυκλοφόρησαν με USB περιείχαν έναν USB transceiver οποίος μπορούσε να αποτελέσει μόνο USB device.

Οι μεταγενέστεροι μικροελεγκτές περιείχαν πιο εξελιγμένο USB module και εκτός από USB device μπορούσαν να αποτελέσουν και ένα πολύ απλό USB host.

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί το USB On-The-Go (OTG).

Με το USB OTG ο μικροελεγκτής έχει τη δυνατότητα να συμπεριφερθεί είτε ως USB host είτε ως USB device ανάλογα με τη συσκευή που θα συνδεθεί.

Επίσης έχουν κυκλοφορήσει πρόσφατα οι πρώτες συσκευές που ενσωματώνουν το πρότυπο USB 3.0 το οποίο υποστηρίζει ταχύτητες έως 5Gbps,

