

# Ο ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ PIC

Ο μικροελεγκτής PIC κατασκευάζεται από την εταιρεία Microchip. Περιλαμβάνει τις τρεις βασικές κατηγορίες ως προς το εύρος του δίαυλου δεδομένων (Data Bus):

- 8 bit (σειρές PIC10, PIC12, PIC16, PIC18)
- 16 bit (σειρές PIC24, dsPIC)
- 32 bit (σειρά PIC32)

Διαθέτουν επεξεργαστή αρχιτεκτονικής RISC (Reduced Instruction Set Computing)

Υπάρχουν μικροελεγκτές με πληθώρα περιφερειακών όπως τα παρακάτω:

Timers, EEPROM, ADC, DAC, SPI, I<sup>2</sup>C, USART, PSP, PMP, Capture/Compare/PWM (CCP), Comparators, CTMU, RTC, DMA, Peripheral Pin Select (PPS), CRC, USB, CAN, Ethernet

Τα περιφερειακά αυτά από οικογένεια σε οικογένεια παρουσιάζουν διαφορές ως προς τις δυνατότητες άρα και ως προς την πολυπλοκότητά τους.

# Timers

Οι χρονιστές (timers) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον ακριβή καθορισμό χρονικών καθυστερήσεων. Ουσιαστικά αποτελούν μετρητές οι οποίοι αυξάνονται σε κάθε παλμό ρολογιού του μικροελεγκτή και σηματοδοτούν διακοπή κάθε φορά που υπάρχει υπερχείλιση.

Συνήθως υπάρχουν και προ-μετρητές (prescalers) οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να διαιρέσουν τη συχνότητα εισόδου στον timer ή και μετα-μετρητές (postscalers) για να διαιρέσουν τη συχνότητα εξόδου του timer. Με τη χρήση prescaler και postscaler όπου υπάρχουν μπορούμε να αυξήσουμε το χρονικό διάστημα που μπορεί να μετρήσει ένας timer.

Στους 8 bit PIC μικροελεγκτές συνήθως υπάρχουν μόνο timers εύρους 8-bit. Σε κάποιες οικογένειες μπορούν να συνδυαστούν δύο 8-bit timers για την παραγωγή ενός 16-bit ώστε να μπορούν να χρονομετρηθούν ακόμα μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

Οι timers επίσης μπορούν να λειτουργήσουν και ως ασύγχρονοι μετρητές λαμβάνοντας σήματα εισόδου από κάποιο ακροδέκτη του μικροελεγκτή.

# WDT και Power Up timer

Υπάρχουν επιπλέον timers στους μικροελεγκτές με τους οποίους μπορούμε να επιτύχουμε συγκεκριμένες λειτουργίες.

## WDT (WatchDog Timer)

Ο WDT είναι ένας timer οποίος βασίζεται σε εσωτερικό RC ταλαντωτή και εφόσον είναι ενεργοποιημένος μετράει διαρκώς. Το χαρακτηριστικό του είναι πως σε περίπτωση υπερχείλισης προκαλεί RESET στο μικροελεγκτή ή αν ο μικροελεγκτής βρίσκεται σε λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ισχύος (sleep mode ή low power down mode) τότε προκαλεί “ξύπνημα” (wake up from sleep) και συνεχίζει την εκτέλεση του προγράμματος με την επόμενη εντολή από το σημείο που εισήλθε σε sleep mode. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι χρήσιμο για την αποφυγή “κολλημάτων” του προγράμματος του μικροελεγκτή.

## Power Up Timer

Ο timer αυτός χρησιμοποιείται κατά την εκκίνηση του μικροελεγκτή και τον διατηρεί σε RESET μέχρι να σταθεροποιηθεί η τάση τροφοδοσίας.

# EEPROM

Η μνήμη EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) είναι μία μνήμη η οποία εγγράφεται ηλεκτρικά και διατηρεί τα δεδομένα της ακόμα και μετά την απομάκρυνση της τροφοδοσίας. Επιπλέον η EEPROM μπορεί να επανεγγραφεί χωρίς να είναι απαραίτητο να γίνει πρώτα η διαγραφή της.

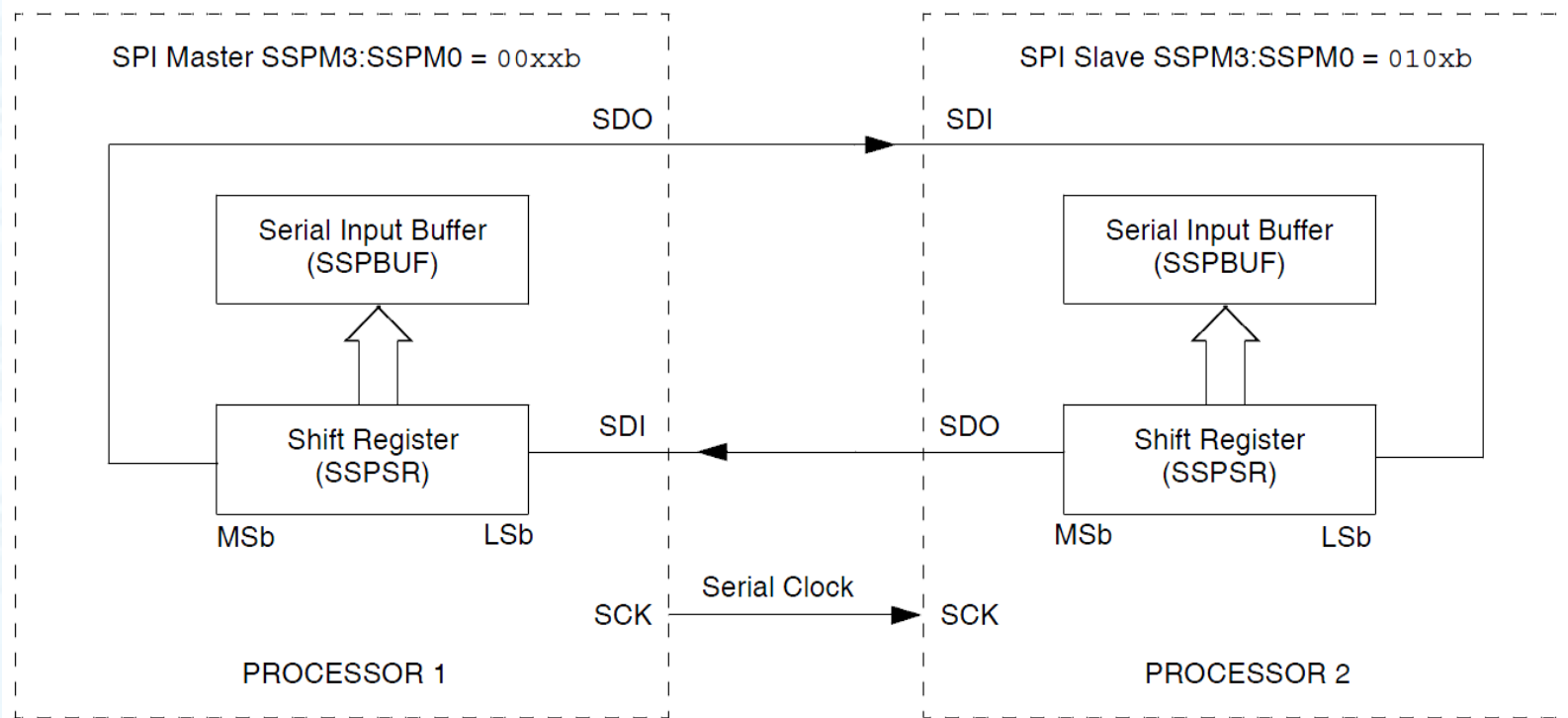
Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή για την αποθήκευση κάποιου κωδικού ή κάποιου serial number συσκευής. Επίσης εκεί μπορούν να αποθηκευτούν κρίσιμα δεδομένα για μια εφαρμογή ή το status κάποιων λειτουργιών ώστε σε περίπτωση διακοπής τροφοδοσίας ο μικροελεγκτής μετά την επανασύνδεσή της να επαναφέρει την κατάσταση που υπήρχε πριν τη διακοπή.

# ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – SPI

SPI – Serial Peripheral Interface

Το SPI είναι ένα σειριακό interface επικοινωνίας με το οποίο επιτρέπεται ταυτόχρονα η αμφίδρομη (full duplex) επικοινωνία ανάμεσα σε μία master συσκευή και σε μία ή περισσότερες slave συσκευές.

Τοπολογία:



## ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – SPI

Χρησιμοποιεί 3 ή 4 ακροδέκτες:

### SLAVE:

SCK: serial clock (είσοδος)

SDI: serial data in (είσοδος)

SDO: serial data out (έξοδος)

SS: slave select (είσοδος)

### MASTER:

SCK: serial clock (έξοδος)

SDI: serial data in (είσοδος)

SDO: serial data out (έξοδος)

Η είσοδος SS είναι προαιρετική και χρησιμοποιείται όταν ο master πρέπει να επικοινωνεί με περισσότερες από μία slave συσκευές και στην περίπτωση αυτή “ακούει” η συσκευή για την οποία ο master ορίζει το SS στο λογικό '0'.

Η επικοινωνία ξεκινάει όταν ο master στείλει 8 παλμούς ρολογιού.

Με κάθε παλμό στέλνεται και διαβάζεται ένα bit από κάθε συσκευή που μετέχει στην επικοινωνία.

Όταν για μία συσκευή δεν απαιτείται να στείλει δεδομένα τότε απλώς στέλνει dummy data.

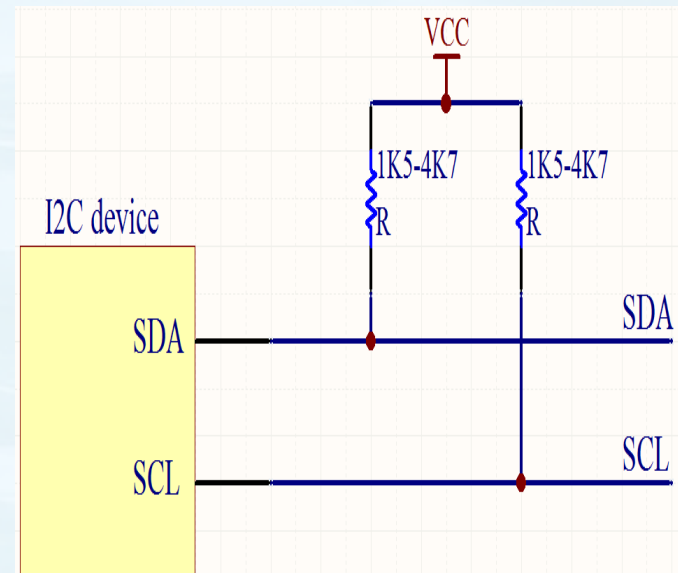
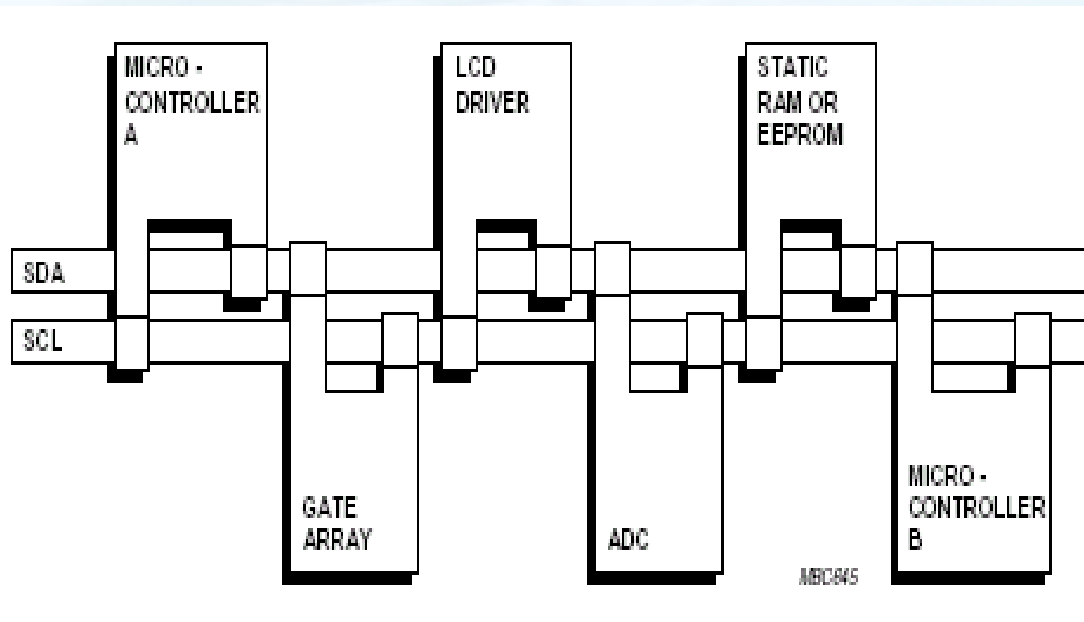
Στους 16/32-bit μικροελεγκτές υποστηρίζεται και 16/32-bit επικοινωνία ενώ επίσης υπάρχει FIFO buffer για αποστολή και λήψη δεδομένων.

# ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – I<sup>2</sup>C

I<sup>2</sup>C: Inter-Integrated Circuit

Το I<sup>2</sup>C είναι ένα interface επικοινωνίας με το οποίο επιτρέπεται αμφίδρομη (half duplex) επικοινωνία ανάμεσα σε μία master και μία slave συσκευή οι οποίες είναι συνδεδεμένες πάνω στο bus.

Τοπολογία:



## ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – I<sup>2</sup>C

Χρησιμοποιεί 2 ακροδέκτες:

SLAVE:

SCL: serial clock (είσοδος)

SDA: serial data (είσοδος/έξοδος)

MASTER:

SCK: serial clock (έξοδος)

SDA: serial data (είσοδος/έξοδος)

Η επικοινωνία ξεκινάει και σταματάει με συγκεκριμένα συμβάντα (events) τα οποία πρέπει αναγνωρίζονται από τις συμβατές με το I<sup>2</sup>C συσκευές.

S : Start

Το Start ή αλλιώς Start bit έχει μέγεθος 1 bit και καθορίζει την έναρξη μιας I<sup>2</sup>C επικοινωνίας. Ως start bit αναγνωρίζεται εκείνο το bit κατά το οποίο παρατηρείται κατερχόμενο μέτωπο στο σήμα SDA ενώ το SCL βρίσκεται σε λογικό '1'.

P : Stop

Το Stop ή αλλιώς Stop bit έχει μέγεθος 1 bit και καθορίζει τον τερματισμό μιας I<sup>2</sup>C επικοινωνίας. Ως stop bit αναγνωρίζεται εκείνο το bit κατά το οποίο παρατηρείται ανερχόμενο μέτωπο στο σήμα SDA ενώ το SCL βρίσκεται σε λογικό '1'.



## ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – I<sup>2</sup>C

### R :Repeated Start

Το Repeated Start έχει μέγεθος 1 bit και καθορίζει την έναρξη μιας I<sup>2</sup>C επικοινωνίας. Ως Repeated start bit αναγνωρίζεται εκείνο το bit κατά το οποίο παρατηρείται κατερχόμενο μέτωπο στο σήμα SDA ενώ το SCL βρίσκεται σε λογικό '1'. Η διαφορά με το S bit είναι ότι με R bit αρχίζει μια νέα επικοινωνία χωρίς να έχει τερματιστεί με P bit η προηγούμενη.

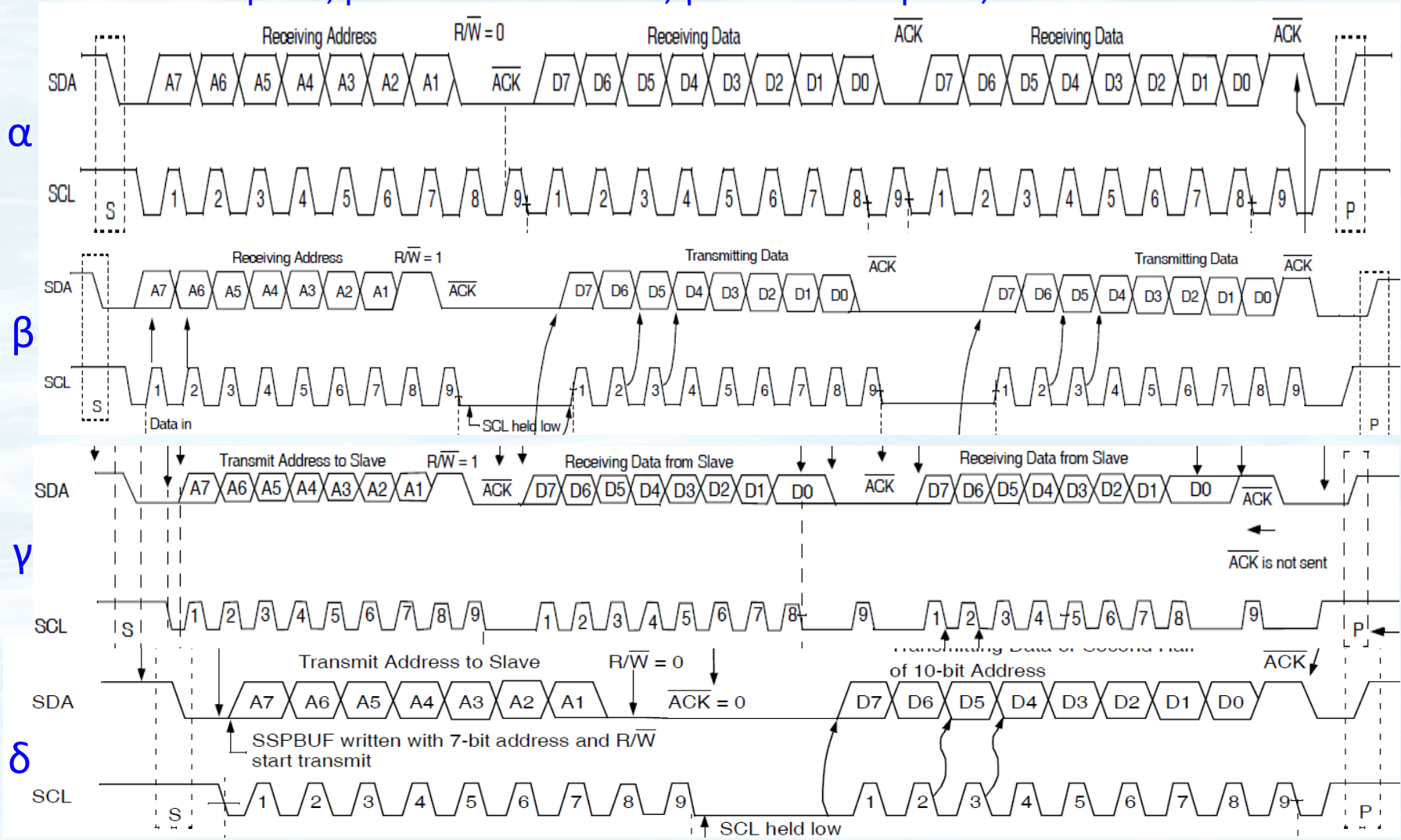
Τα δεδομένα στο SDA αλλάζουν πάντοτε κατά τη χρονική στιγμή που το SCL βρίσκεται στο λογικό '0'.

Μία τυπική επικοινωνία με I<sup>2</sup>C γίνεται με την εξής διαδικασία:

1. Start bit
  2. Αποστολή ενός byte (7-bit διεύθυνση και το 8ο bit R/W)
  3. Απελευθέρωση του SDA για acknowledgement (λογικό '0' από το δέκτη σημαίνει επιβεβαίωση)
  4. Αποστολή byte δεδομένων
  5. Απελευθέρωση του SDA για acknowledgement (λογικό '0' από το δέκτη σημαίνει επιβεβαίωση)
- (Τα βήματα 3 και 4 επαναλαμβάνονται για όσες φορές χρειάζεται)
6. P bit

# ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ I<sup>2</sup>C

α. Slave reception, β. Slave transmission, γ. Master reception, δ. Master transmission



# ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – USART

USART : Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

Η USART αποτελεί ένα σειριακό interface επικοινωνίας με το οποίο μπορούμε να έχουμε είτε σύγχρονη επικοινωνία ανάμεσα σε μία master συσκευή και σε μία slave ή ασύγχρονη επικοινωνία ανάμεσα σε δύο συσκευές.

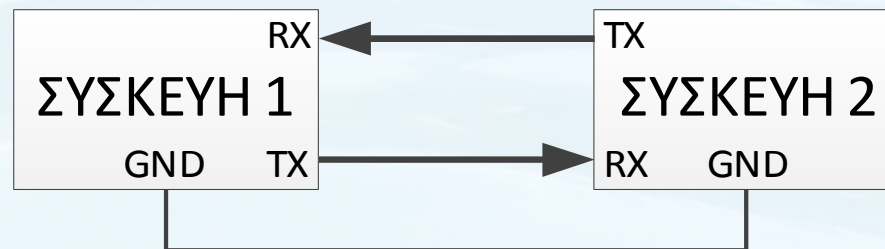
## Σύγχρονη επικοινωνία:

Χρησιμοποιούνται δύο ακροδέκτες με τη συσκευή master να ελέγχει το ρολόι CK ενώ ο ακροδέκτης δεδομένων είναι ο ακροδέκτης DT.

## Ασύγχρονη επικοινωνία:

Το συγκεκριμένο κύκλωμα χρησιμοποιείται κυρίως για ασύγχρονη επικοινωνία και συνήθως για επικοινωνία με τις UART των υπολογιστών με τη χρήση του interface RS232.

## Τοπολογία:



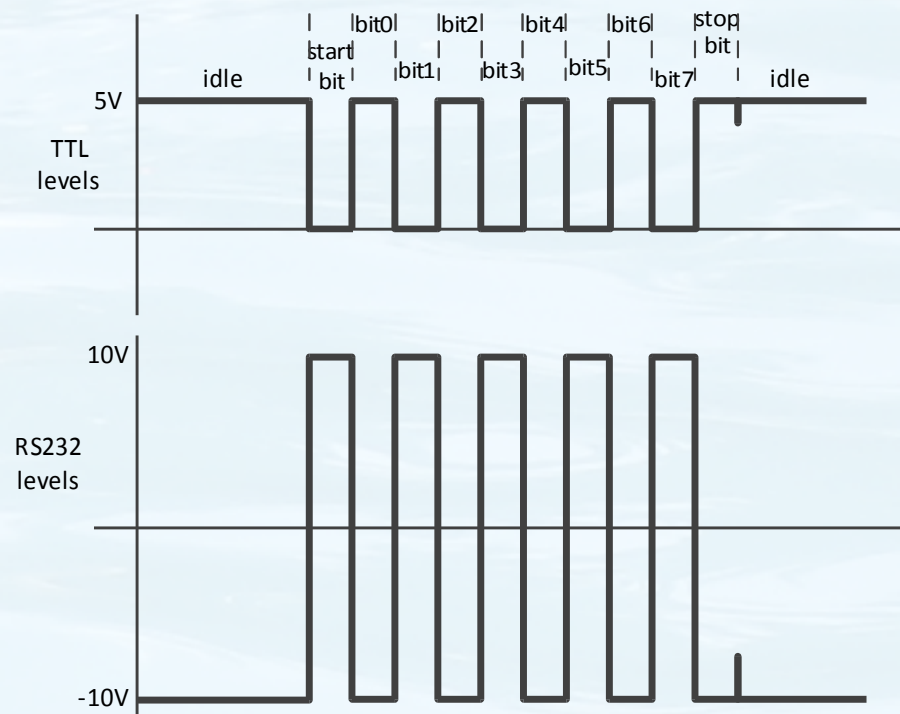
## ΚΥΚΛΩΜΑ ΣΕΙΡΙΑΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ – USART

Χρησιμοποιούνται 2 ακροδέκτες TX (transmit) και RX (receive). Μία τυπική επικοινωνία με I<sup>2</sup>C γίνεται με την εξής διαδικασία:

1. Start bit (λογικό '0')
2. Αποστολή ενός byte στέλνοντας πρώτα το LSB
3. Αποστολή 1 ή 2 Stop bit (λογικό '1')

Στο διπλανό διάγραμμα παρουσιάζεται η αποστολή του byte h'55' (85).

Επίσης για τη διασύνδεση στη σειριακή θύρα του υπολογιστή απαιτείται μετατροπέας για τη μετατροπή των TTL λογικών σταθμών σε RS232 και το αντίστροφο όπως το MAX232.



## ΣΕΙΡΙΑΚΑ INTERFACE RS422, RS485

Ανοίγοντας μια παρένθεση καλό θα ήταν να αναφερθούμε σε σειριακά interface τα οποία χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για να καλύψουν ανάγκες επικοινωνίας συνδέοντας συσκευές:

- περισσότερες από μία πάνω σε κάποιο bus
- σε ολόένα και μεγαλύτερες αποστάσεις
- με μεγαλύτερη ταχύτητα επικοινωνίας μεταξύ τους

Τα interfaces RS422 και RS485 επινοήθηκαν για τους παραπάνω σκοπούς με το RS485 να επικρατεί καθώς σχεδιάστηκε με αυστηρότερες προδιαγραφές. Η αποστολή δεδομένων με το RS485 γίνεται στέλνοντας διαφορικά σήματα χρησιμοποιώντας ζεύγος καλωδίων συνεστραμμένων μεταξύ τους. Η μη ύπαρξη ανάγκης κοινής γείωσης δίνει μεγαλύτερη ανοχή στο θόρυβο. Να σημειωθεί ότι τα πρότυπα αυτά καθορίζουν προδιαγραφές στο φυσικό επίπεδο. Τις λοιπές ανάγκες της επικοινωνίας απαιτείται να τις διεκπαιρέσει η εκάστοτε εφαρμογή.

### Προδιαγραφές RS485:

Μέγιστος αριθμός πομποδεκτών: 22

Μέγιστη απόσταση καλωδίων: 1200m

Μέγιστη ταχύτητα για μήκος καλωδίων 12m: 35Mbps

Μέγιστη ταχύτητα για μήκος καλωδίων 1200m: 100Kbps