

# Ανάλυση και Σχεδίαση Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων

Αναφορά Εργαστηρίου 3  
Φωτάκης Τζανής - 2014030054

*Σε συνεργασία με Πίσκοπο Διονύση*

## Ερώτημα 1

Σύμφωνα με το manual του cc2500, μια μετάδοση πακέτου ξεκινάει με το preamble, το οποίο αποτελείται από  $8 \cdot n$  bits, ακολουθούμενο από το sync μεγεθους 2 bytes, αν υπάρχει πληροφορία στην TX\_FIFO. Στην συνέχεια, μεταδίδεται το περιεχόμενο της TX\_FIFO. Τα πρώτα 2 bytes της μετάδοσης, αποτελούν το length του συνολικού πακέτου και την διεύθυνση του παραληπτή, ένα byte για το κάθε πεδίο, ενώ τα υπολοιπα bytes ανήκουν στο payload και στο CRC. Για την ρύθμιση του μεγεθους του πακέτου αποστολής θα πρέπει να γίνει η καταλληλή ρύθμιση του καταχωρητή PKTLEN (ελάχιστο μέγεθος payload 1 byte, μέγιστο μέγεθος πακέτου= 256 bytes). Για τον καθορισμό του μεγεθους του preamble ορίζουμε καταλληλά τα bit 4:6 του καταχωρητή MDMCFG1. Για τον καθορισμό του sync mode, αρκεί να ορίσουμε τα bit 0:2 του καταχωρητή MDMCFG2. Για να την τιμή του sync word αρκεί να ορίσουμε καταλληλά τους καταχωρητές SYNC1 & SYNC0.

## Ερώτημα 2

- PKTLEN = 0xFF: Μήκος πακέτου 256 bytes
- MDMCFG1 = 0x22: MDMCFG1[6:4] = 010  $\Rightarrow$  4 preamble bytes
- MDMCFG2 = 0x73: MDMCFG2[2:0] = 011  $\Rightarrow$  30/32 sync word bits detected
- SYNC1 & SYNC0 διατηρούν τις default τιμές τους

## Ερώτημα 3

Σύμφωνα με το RF Studio οι ρυθμίσεις (διαφορές σε σχέση με τις ρυθμίσεις του προηγούμενου ερωτήματος) που πρέπει να γίνουν στο ραδιόφωνο για να λειτουργεί στην μέγιστη ισχύ εκπομπής και ταχύτητα κάτω από 4 kbps είναι οι παρακάτω:

- FSCTRL1 = 0x08
- MDMCFG4 = 0x87
- MDMCFG3 = 0x43
- MDMCFG2 = 0x03
- DEVIATN = 0x44
- FOCCFG = 0x16
- paTable = 0xFF

Με τις παραπάνω ρυθμίσεις μετρήθηκε πειραματικά η απόσταση που απαιτείται για να αρχίσουν να χάνονται πακέτα. Ο ένας μικροελεγκτής σε ρύθμιση πομπού τοποθετήθηκε μέσα

στο εργαστήριο και ο μικροελεγκτής σε ρύθμιση δέκτη τοποθετήθηκε στο εσωτερικό του διαδρόμου της κοντινότερης πτέρυγας του κτηρίου επιστημών. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι το σήμα ξεκίνησε να χάνεται στα 40 βήματα, δηλαδή περίπου στα 20 μέτρα. Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι για να καταφέρουν να επικοινωνήσουν ο πομπός και ο δέκτης πρέπει να έχουν πανομοιότυπη ρύθμιση, πράγμα που συμβαίνει σε όλα τα ερωτήματα. Ο σχετικός κώδικας για τον δέκτη βρίσκεται στο αρχείο "Q3MaxPowerRX.c" ενώ για τον πομπό στο αρχείο "Q3MaxPowerTX.c".

## Ερώτημα 4

Επαναλαμβάνοντας το παραπάνω ερώτημα με την διαφορά ότι πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μέγιστη ταχύτητα μετάδοσης προέκυψαν οι παρακάτω απαιτούμενες ρυθμίσεις (διαφορές σε σχέση με τις ρυθμίσεις του προηγούμενου ερωτήματος):

- FSCTRL1 = 0x0c
- MDMCFG4 = 0x0e
- MDMCFG3 = 0x3b
- MDMCFG2 = 0x73
- MDMCFG1 = 0x42
- DEVIATN = 0x00
- FOCCFG = 0x1d
- AGCCTRL1 = 0x40
- FSCAL0 = 0x19

Με τις παραπάνω ρυθμίσεις μετρήθηκε πειραματικά η απόσταση που απαιτείται για να αρχίσουν να χάνονται πακέτα. Ο ένας μικροελεγκτής σε ρύθμιση πομπού τοποθετήθηκε μέσα στο εργαστήριο και ο μικροελεγκτής σε ρύθμιση δέκτη τοποθετήθηκε στο εσωτερικό του διαδρόμου της κοντινότερης πτέρυγας του κτηρίου επιστημών. Έτσι, παρατηρήθηκε ότι το σήμα ξεκίνησε να χάνεται στα 20 βήματα, δηλαδή περίπου στα 10 μέτρα. Ο σχετικός κώδικας για τον δέκτη βρίσκεται στο αρχείο "Q4MaxPowerAndSpeedRX.c" ενώ για τον πομπό στο αρχείο "Q4MaxPowerAndSpeedTX.c".

## Ερώτημα 5

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου ερωτήματος υλοποιήθηκε κώδικας με τις αρχικές ρυθμίσεις ραδιοφώνου (τις ρυθμίσεις που υπήρχαν στον δοσμένο κώδικα), ο οποίος με το πάτημα του κουμπιού SW2 που είναι συνδεδεμένο στο P2.0 ο μικροελεγκτής μεταβαίνει από την ρύθμιση πομπού σε ρύθμιση δέκτη και αντιστρόφως. Για να μην υπάρχει πρόβλημα κατά την μετάβαση καταστάσεων εκ αιτίας ότι η μέθοδος λήψης είναι blocking (επιστρέφει μόνο αν έχει γίνει λήψη ενός πακέτου) πρέπει πρώτα να μεταβεί ο δέκτης σε πομπό και μετά ο πομπός σε δέκτη. Ο σχετικός κώδικας βρίσκεται στο αρχείο "Q5SwitchingModes.c".

## Ερώτημα 6

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου ερωτήματος υλοποιήθηκε κώδικας με τις αρχικές ρυθμίσεις ραδιοφώνου (τις ρυθμίσεις που υπήρχαν στον δοσμένο κώδικα), ο οποίος ξεκινάει τους μικροελεγκτές σε λειτουργία πομπού, αποστέλλεται ένα πακέτο και αμέσως μεταβαίνει σε λειτουργία δέκτη όπου και περιμένει μέχρι να λάβει πακέτο από τον πομπό. Μόλις γίνει λήψη πακέτου ο δέκτης περιμένει λίγο χρόνο ώστε να προλάβει ο μικροελεγκτής που έχει τον ρόλο του πομπού να μεταβεί σε λειτουργία δέκτη και αμέσως μετά αλλάζει ο πρώτος σε λειτουργία πομπού όπου και επαναλαμβάνεται η διαδικασία. Όταν ο μικροελεγκτής είναι σε λειτουργία πομπού το LED είναι σβηστό ενώ είναι αναμμένο σε λειτουργία δέκτη. Ο σχετικός κώδικας φορτώνεται και στους δύο μικροελεγκτές και βρίσκεται στο αρχείο "Q6PingPong.c".

## Ερώτημα 7

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου ερωτήματος υλοποιήθηκε κώδικας με τις αρχικές ρυθμίσεις ραδιοφώνου (τις ρυθμίσεις που υπήρχαν στον δοσμένο κώδικα), ο οποίος χρησιμοποιώντας την σειριακή θύρα και την δυνατότητα UART του μικροελεγκτή εκτυπώνει μία εκτίμηση του RSSI που βλέπει ο δέκτης. Η μέτρηση RSSI δίνεται από το πρώτο Byte του status που προέρχεται μέσα από τα τελευταία 2 Byte της RX\_FIFO. Έτσι, δίδοντας την τιμή αυτή σε μία global μεταβλητή με όνομα RSSI\_Measurement είναι εφικτή η εκτύπωσή της μέσω του UART στο τερματικό (Hercules). Ο σχετικός κώδικας βρίσκεται στο αρχείο "Q7RSSI.c" και φορτώνεται μόνο στον ένα μικροελεγκτή (στο DevKit) ενώ στον άλλο φορτώνεται ο δοσμένος κώδικας πομπού.

## Ερώτημα 8

Για την επίτευξη του συγκεκριμένου ερωτήματος υλοποιήθηκε κώδικας με τις αρχικές ρυθμίσεις ραδιοφώνου (τις ρυθμίσεις που υπήρχαν στον δοσμένο κώδικα), ο οποίος κατά την λειτουργία πομπού στέλνει συνεχώς πακέτα, το είδος των οποίων εξαρτάται με την κατάσταση του κουμπιού SW2 που είναι συνδεδεμένο στην θύρα P2.0. Όταν το κουμπί είναι πατημένο αποστέλλεται το πακέτο "onPacket" το οποίο περιέχει μία σειρά από άσσους ενώ όταν δεν είναι πατημένο αποστέλλεται το πακέτο "offPacket" το οποίο περιέχει μία σειρά από μηδενικά. Αντίστοιχα, ο δέκτης όποτε δέχεται ένα πακέτο ελέγχει τα περιεχόμενά του ώστε να αποφασίσει αν του αποστέλλεται το onPacket ή το offPacket και ανάλογα το πακέτο ανάβει ή σβήνει το LED. Ο σχετικός κώδικας βρίσκεται στα αρχεία "Q8MorseTX.c" και "Q8MorseRX.c".

## Ερώτημα 9

Το συγκεκριμένο ερώτημα είναι πανομοιότυπο με το ερώτημα 6 με την διαφορά στο ότι τα κανάλια διαφέρουν ανάλογα την λειτουργία πομπού ή δέκτη. Έτσι, κατά την αλλαγή λειτουργίας γίνεται και μία εγγραφή στον CHANN register του ραδιοφώνου με σκοπό την κατάλληλη αλλαγή του καναλιού στο οποίο αποστέλλει/λαμβάνει. Ο σχετικός κώδικας βρίσκεται στο αρχείο "Q9PingPongAll.c".

## Σχόλια κώδικα

Για την καλύτερη διαχείριση και readability του κώδικα του εργαστηρίου δημιουργήθηκε το αρχείο radio.h το οποίο περιλαμβάνει όλες τις συναρτήσεις για την διαχείριση του ραδιοφώνου και την ρύθμιση των μικροελεγκτών και ραδιοφώνου. Επίσης για κάθε ερώτημα δημιουργήθηκαν αρχεία τα οποία κάνουν include το αρχείο radio.h και περιλαμβάνουν την δήλωση του struct ρύθμισης του ραδιοφώνου και την συνολική λειτουργικότητα του μικροελεγκτή. Όλες οι υλοποιήσεις των ερωτημάτων βρίσκονται μέσα στον φάκελο src στα αρχεία που αναφέρονται παραπάνω για κάθε ερώτημα.