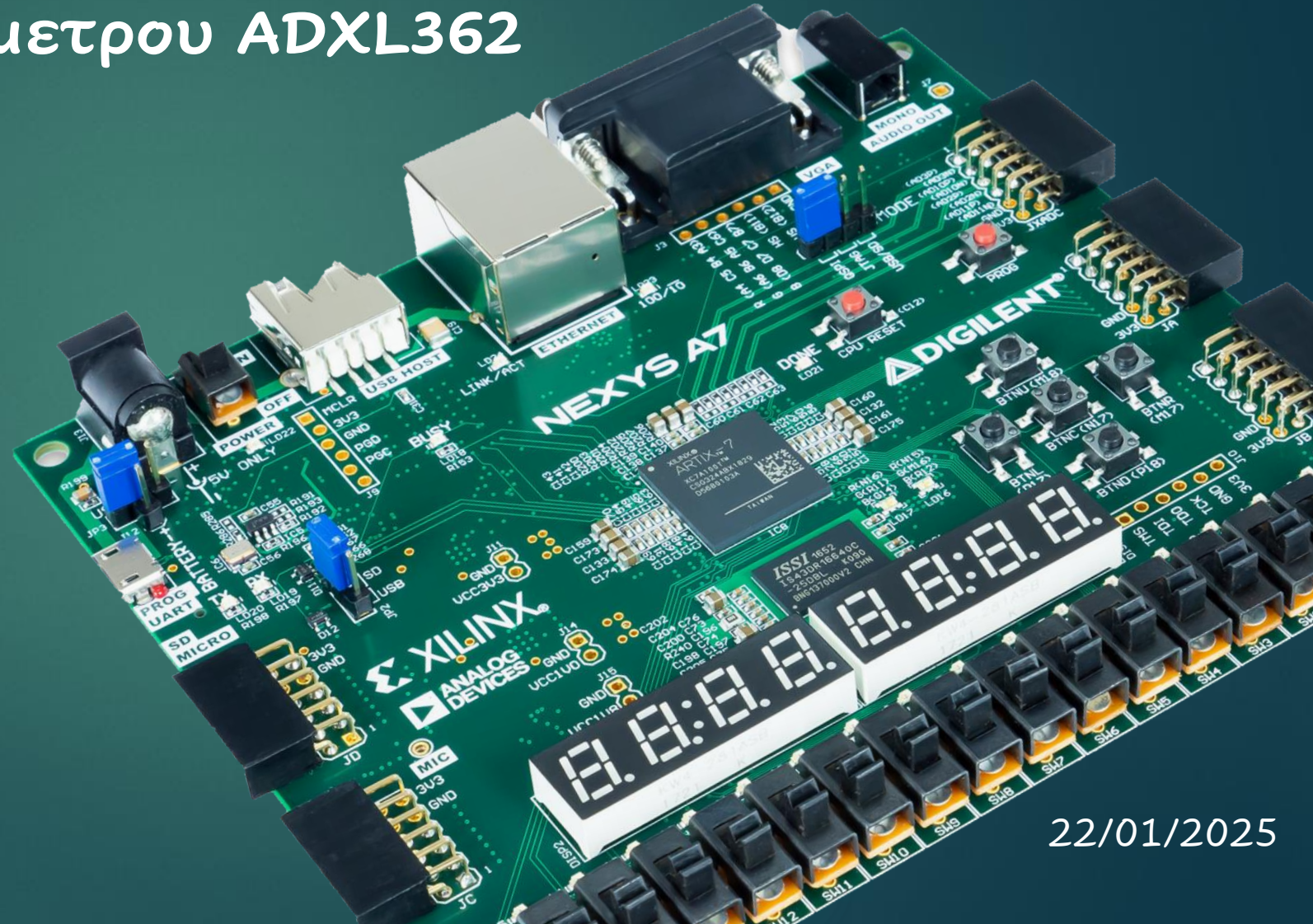


ECE 333 - Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων

Ελεγκτής Επιταχυνσιόμετρου ADXL362

Εργασία 4



Ζερδαλής Χριστόδουλος

ΑΜ: 03531

22/01/2025

Στόχος της εργασίας

Ο στόχος της τελικής εργαστηριακής εργασίας είναι η υλοποίηση ενός συστήματος ρύθμισης, λήψης και απεικόνισης δεδομένων του επιταχυνσιόμετρου ADXL362 της πλακέτας Nexys A7-100T.

Στόχος της εργασίας

Ο στόχος της τελικής εργαστηριακής εργασίας είναι η υλοποίηση ενός συστήματος ρύθμισης, λήψης και απεικόνισης δεδομένων του επιταχυνσιόμετρου ADXL362 της πλακέτας Nexys A7-100T.

Μέρη της εργασίας

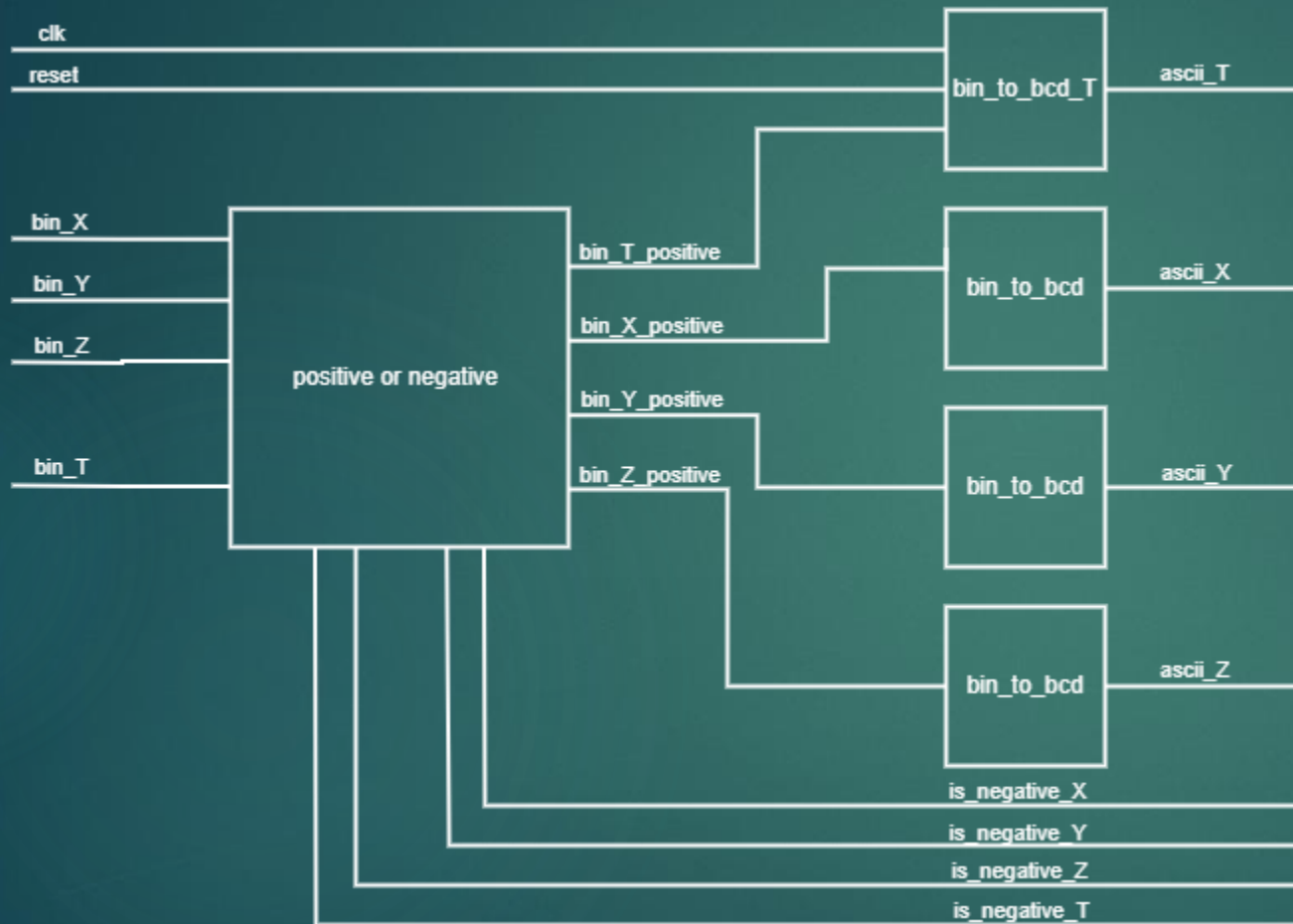
Μέρος Α: Αποστολή δεδομένων από την πλακέτα στο εικονικό τερματικό μέσω UART

Μέρος Β: Υλοποίηση Ελεγκτή SPI Master

Μέρος Γ: Υλοποίηση Ελεγκτή ADXL362

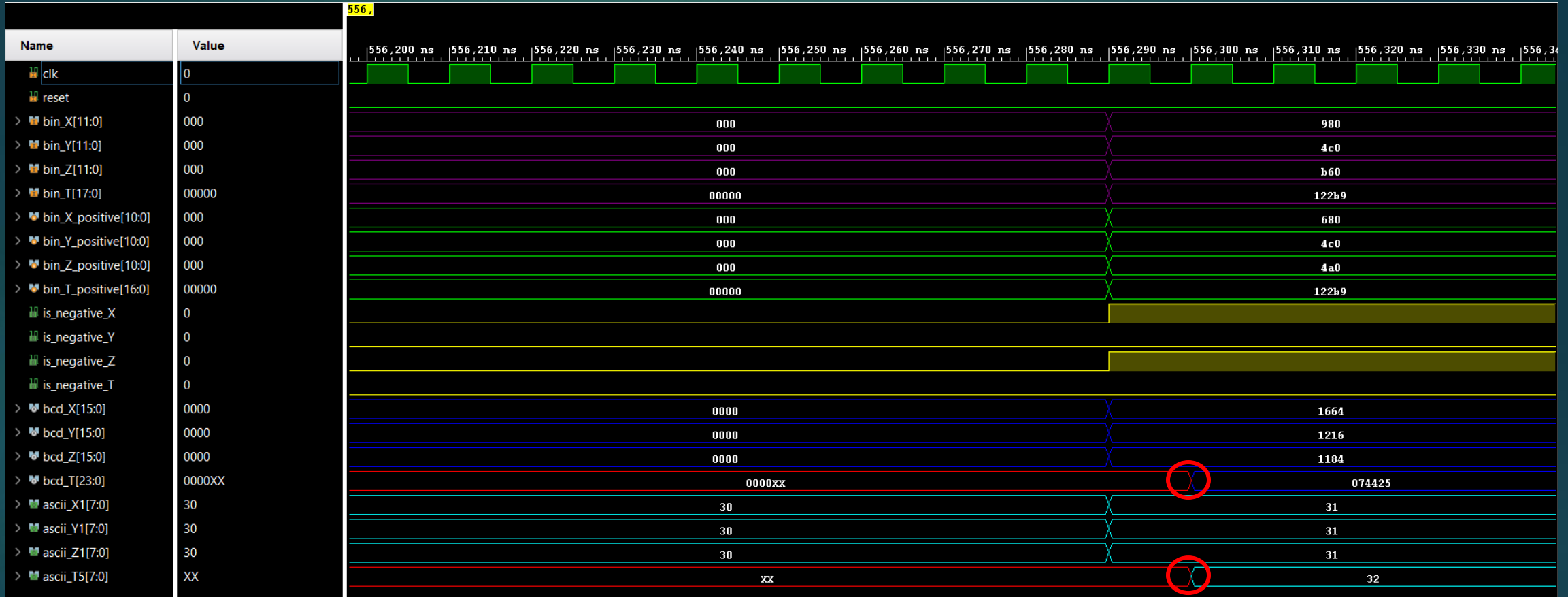
Πρώτο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας Binary to ASCII



- Μονάδα που βρίσκει το πρόσημο των αριθμών και υπολογίζει την απόλυτη τιμή τους με συμπλήρωμα του 2
- Μονάδες μετατροπής του δυαδικού αριθμού σε `bcd`
- Για την τιμή της θερμοκρασίας ο αλγόριθμος 'χωρίζεται' με ένα `reg` ώστε η συνδυαστική λογική να είναι αρκετά μικρή για το ρολόι της πλακέτας

Υλοποίηση της μονάδας Binary to ASCII



- Starting binary values
- Positive binary values
- Negative bits
- Bcd values
- Acsii values

Πρώτο μέρος

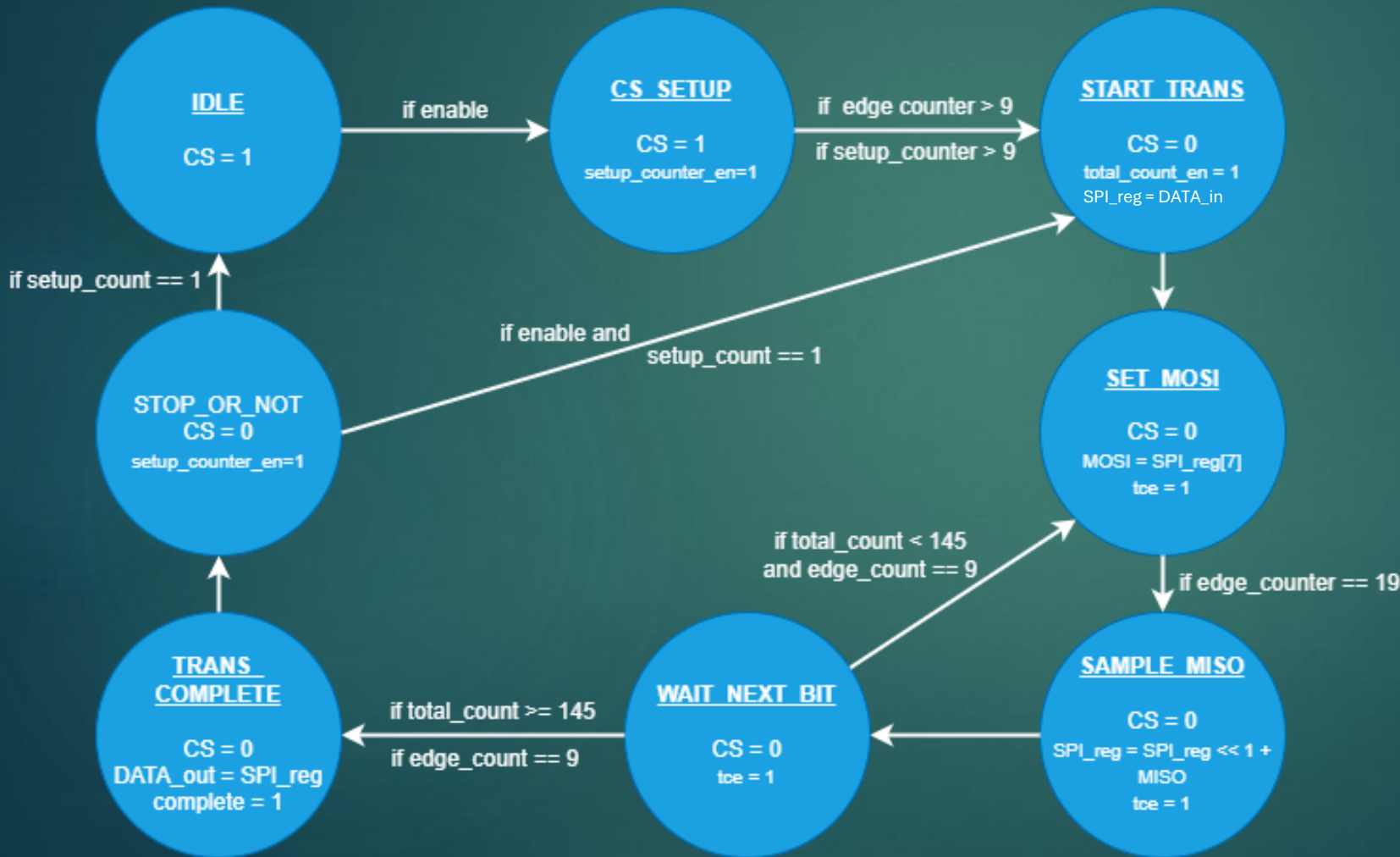
Υλοποίηση της μονάδας Binary to ASCII

```
active_transmitter:
begin
    load = 1;
    Tx_EN = 1;
    counter_next_transmission_enable = 1;
    if(counter_next_transmission == 4'd5) // wait 50ns before moving to idle state //
        next_state = idle;
    else
        next_state = current_state;
end
```

Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER όπου υλοποιείται από δύο μονάδες την μονάδα **SPI** και **SPI controller**

SPI FSM

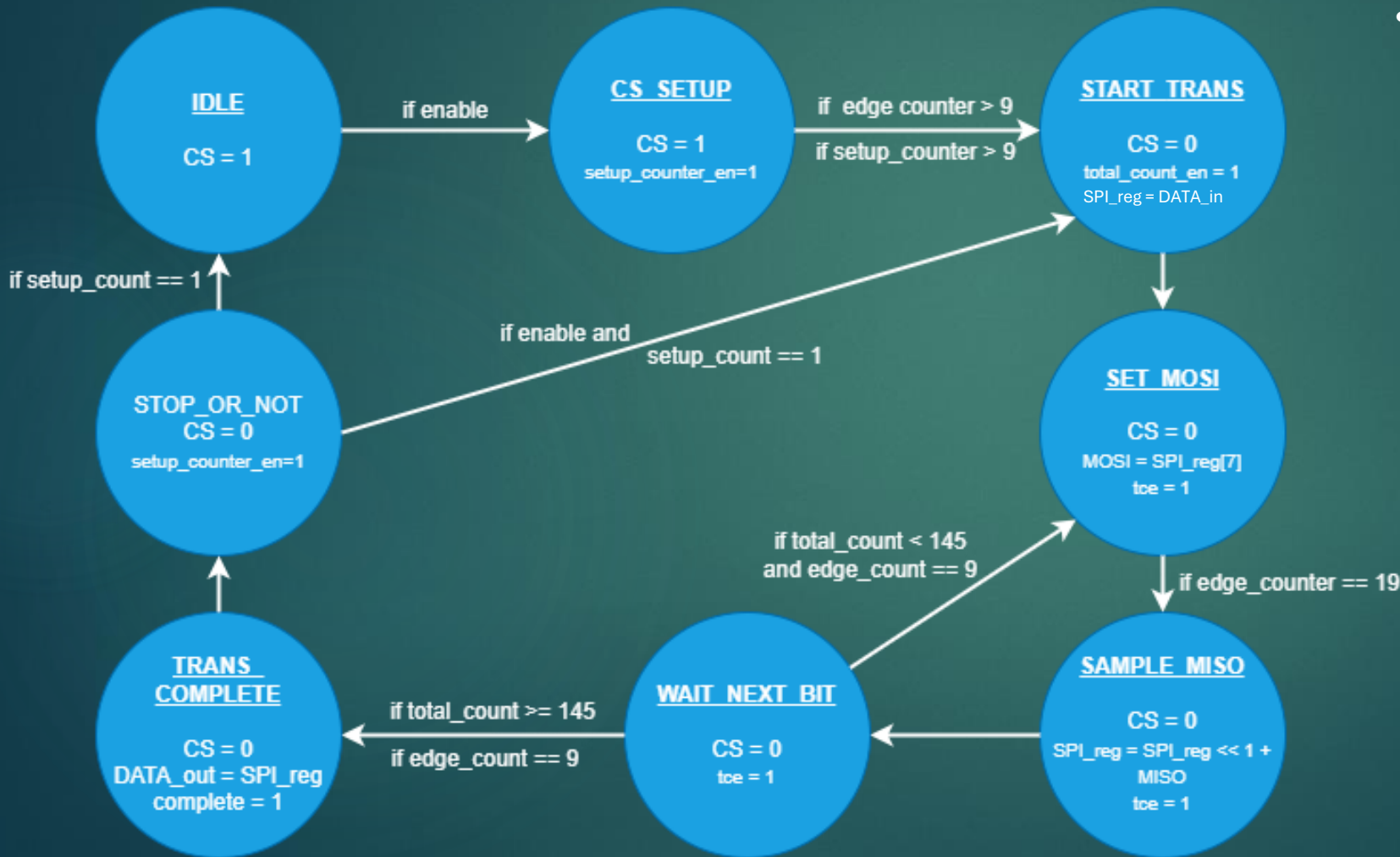


- Για το FSM χρησιμοποιείται το ρολόι της πλακέτας
- Το ρολόι SCLK (5Mhz 200ns) χρησιμοποιείται μόνο στο edge counter
- Edge counter μηδενίζει σε κάθε posedge του SCLK
- Total counter για να ξέρουμε πότε έχουν σταλθεί 8 bits

Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER όπου υλοποιείται από δύο μονάδες την μονάδα **SPI** και **SPI controller**

SPI FSM

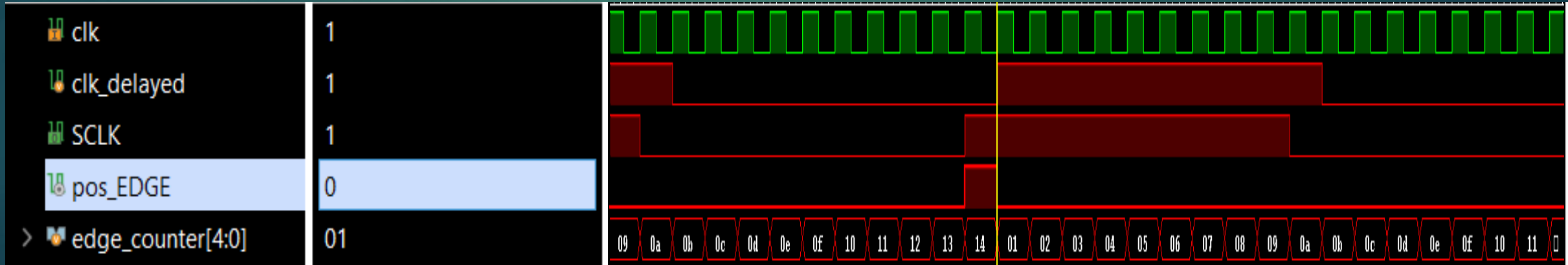


- Κάθε φορά που το complete γίνεται true το top module που χρησιμοποιεί το SPI πρέπει στον επόμενο κύκλο να αρχικοποιήσει σωστά το enable και το DATA_in
- Με αυτό τον τρόπο μπορεί να στείλει μια εντολή τριών bytes χωρίς να ενεργοποιηθεί το CS
- Σε αυτή την μονάδα αρχικοποιείται το SCLK ρολόι με την χρήση του MMCM

Δεύτερο μέρος

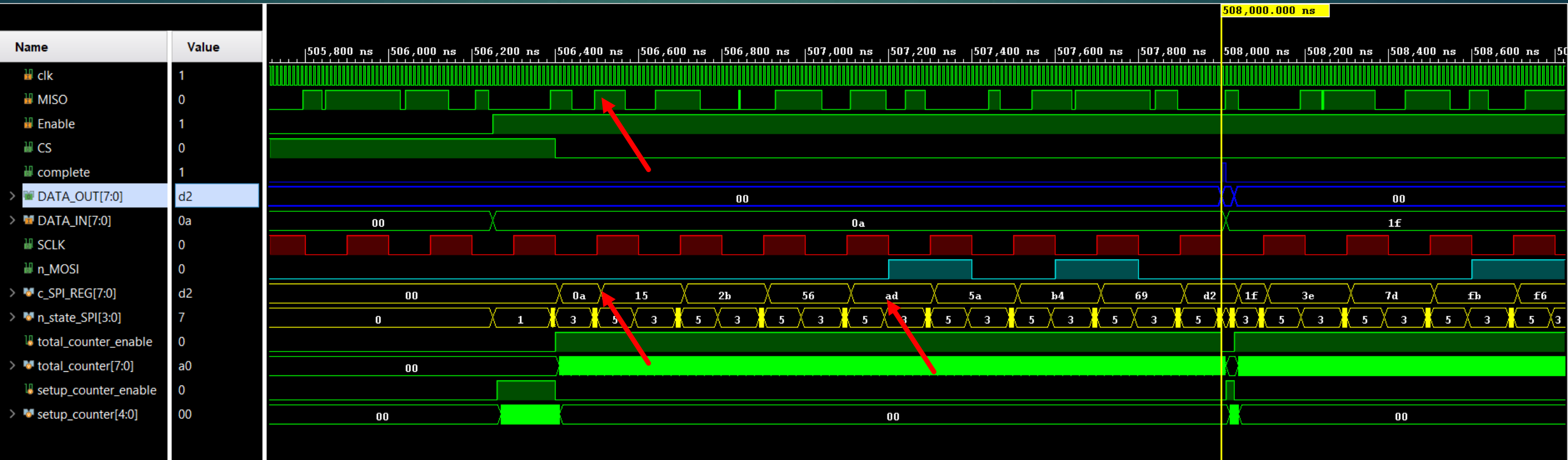
Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

```
assign pos_EDGE = SCLK & ~clk_delayed;
```



Δεύτερο μέρος

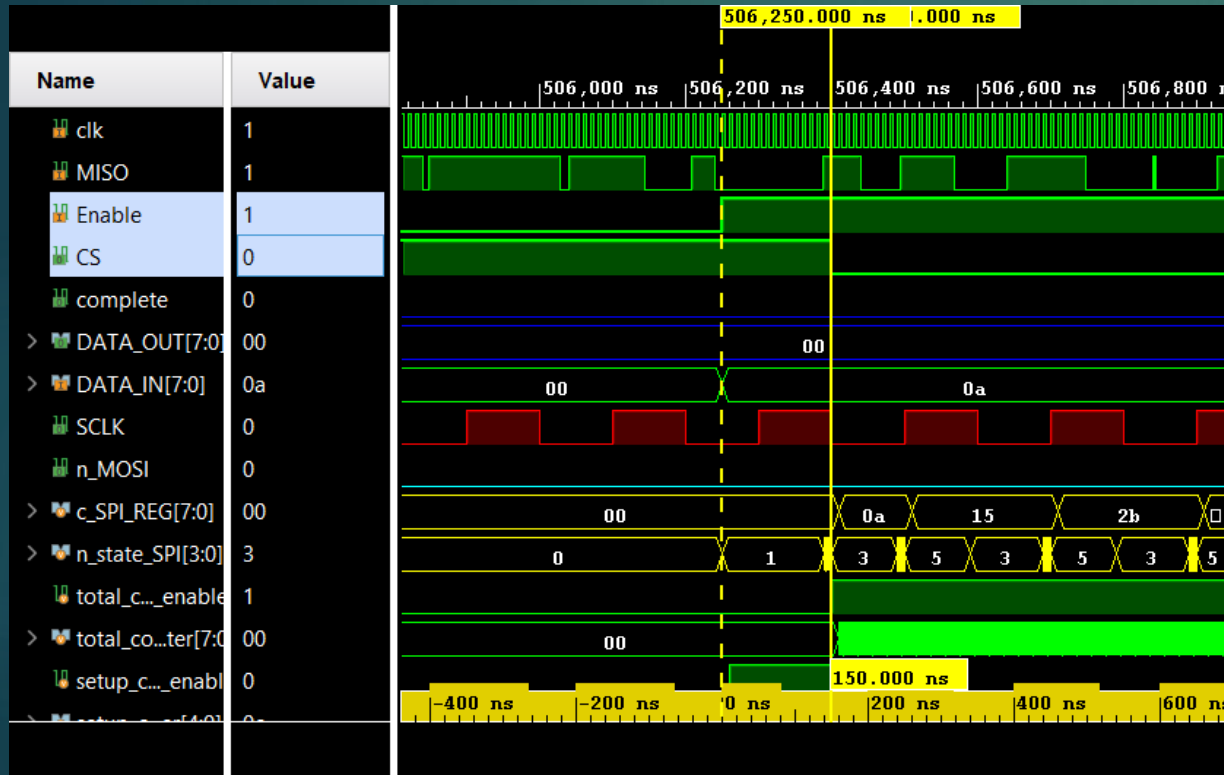
Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER



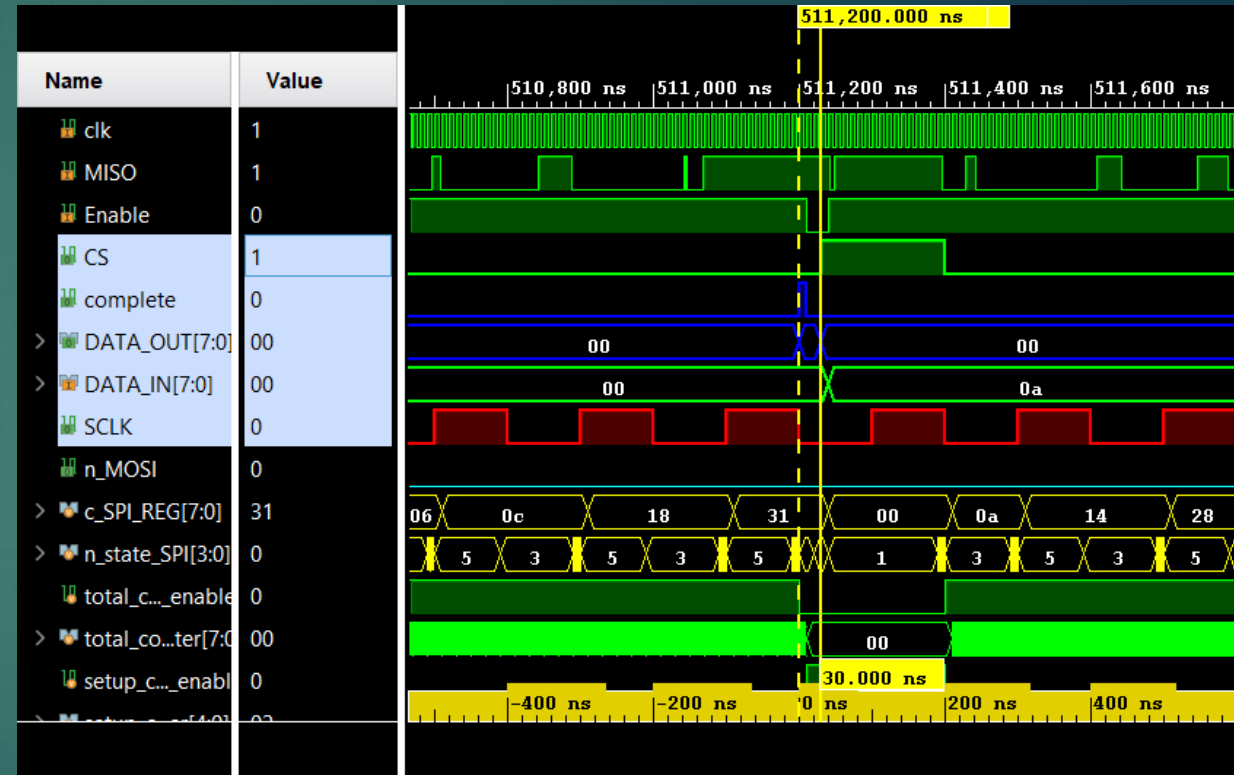
Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

SPI timings:



$C_{SS} > 100ns$

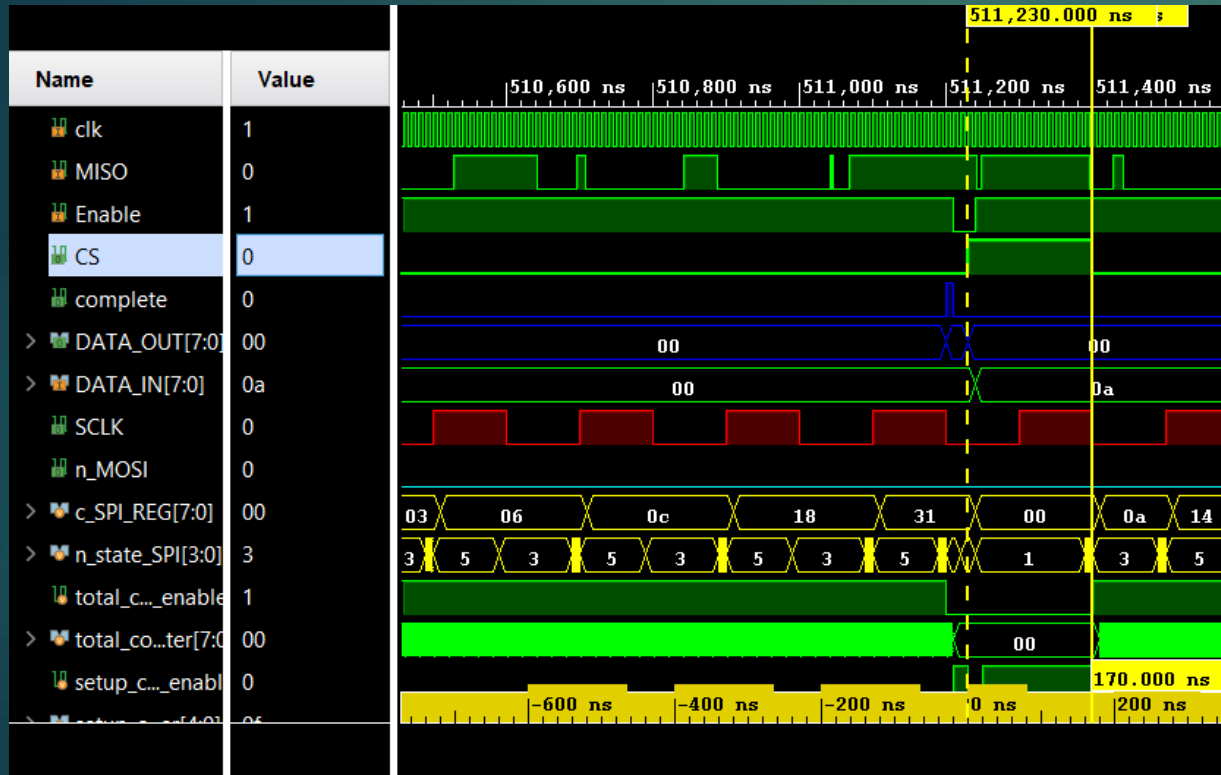


$T_{CSH} > 20ns$

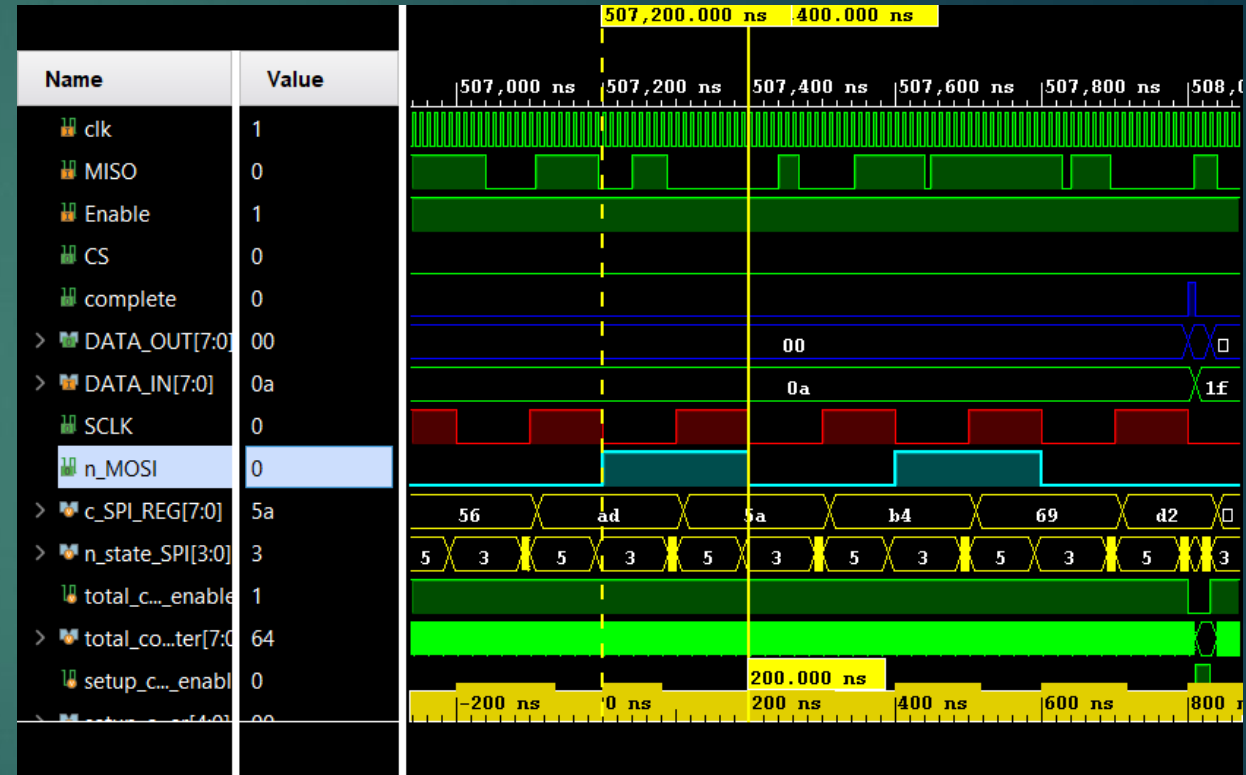
Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

SPI timings:



$$T_{CSD} > 20ns$$



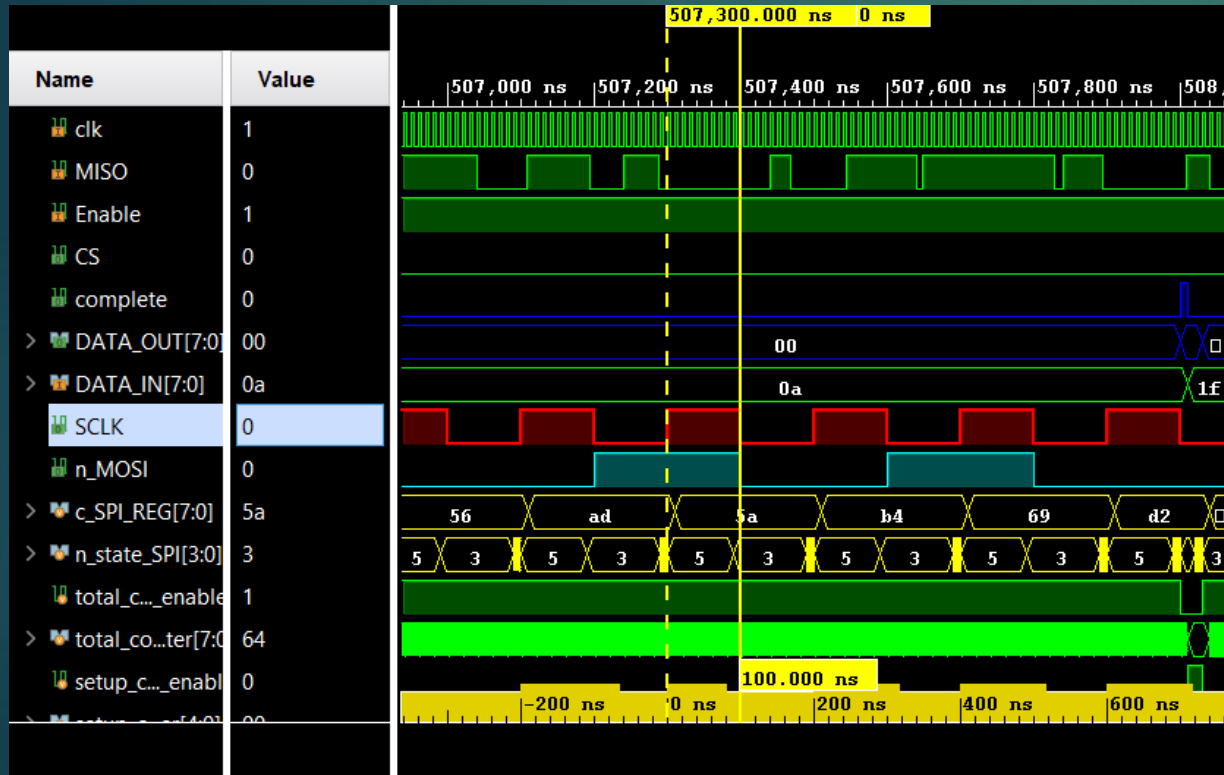
$$T_{SU} > 20ns$$

$$T_{HD} > 20ns$$

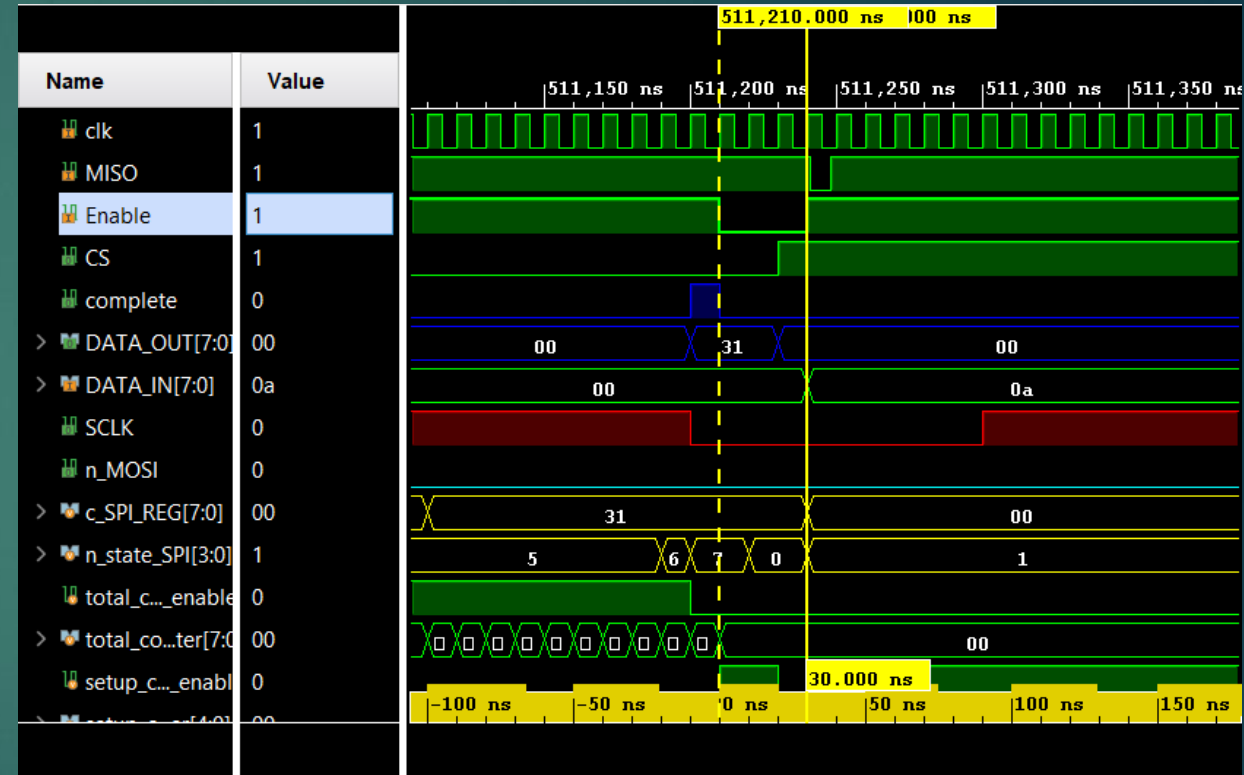
Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

SPI timings:



$T_{HIGH_LOW} > 50ns$

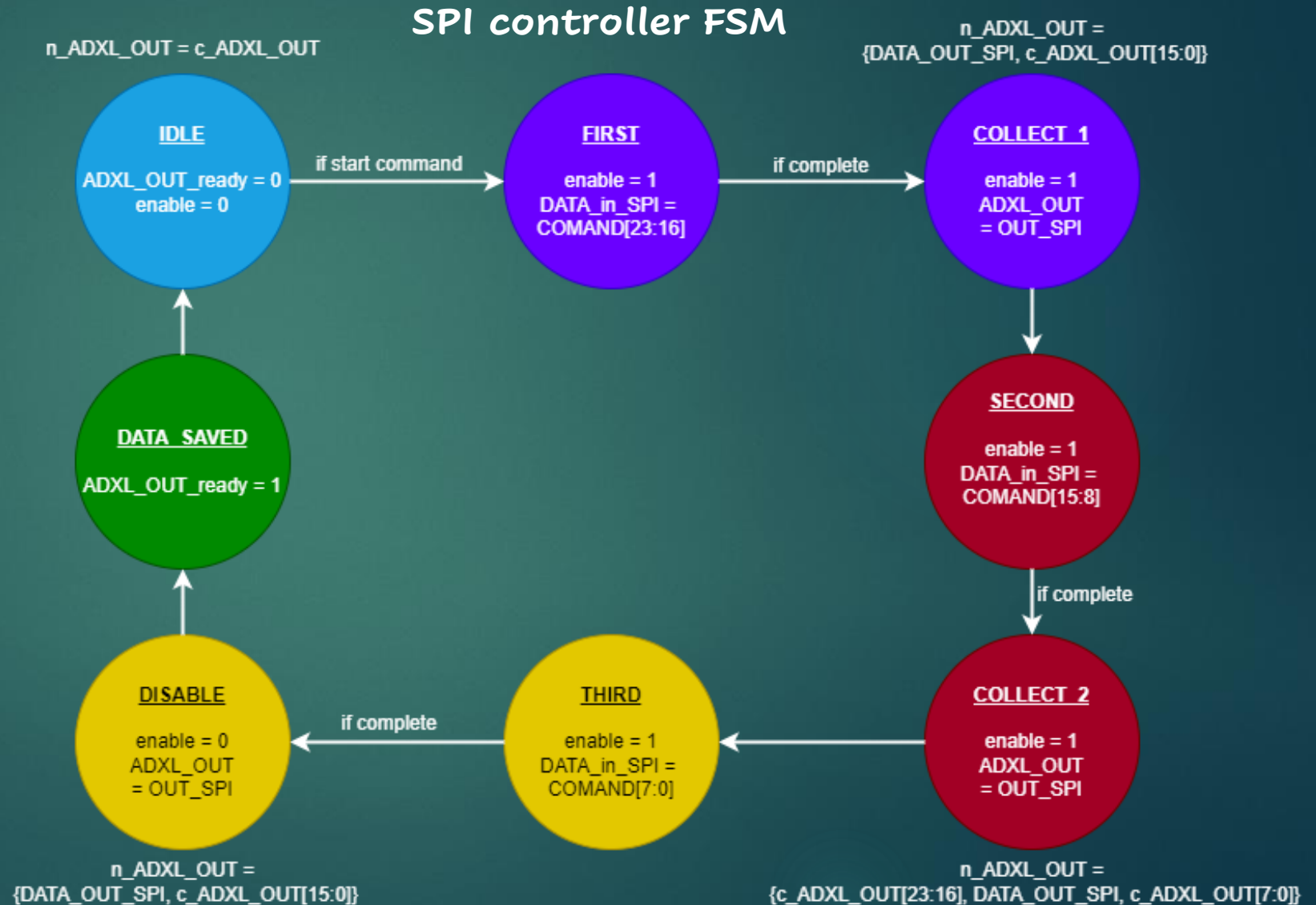


$T_{CLE} > 25ns$

Δεύτερο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

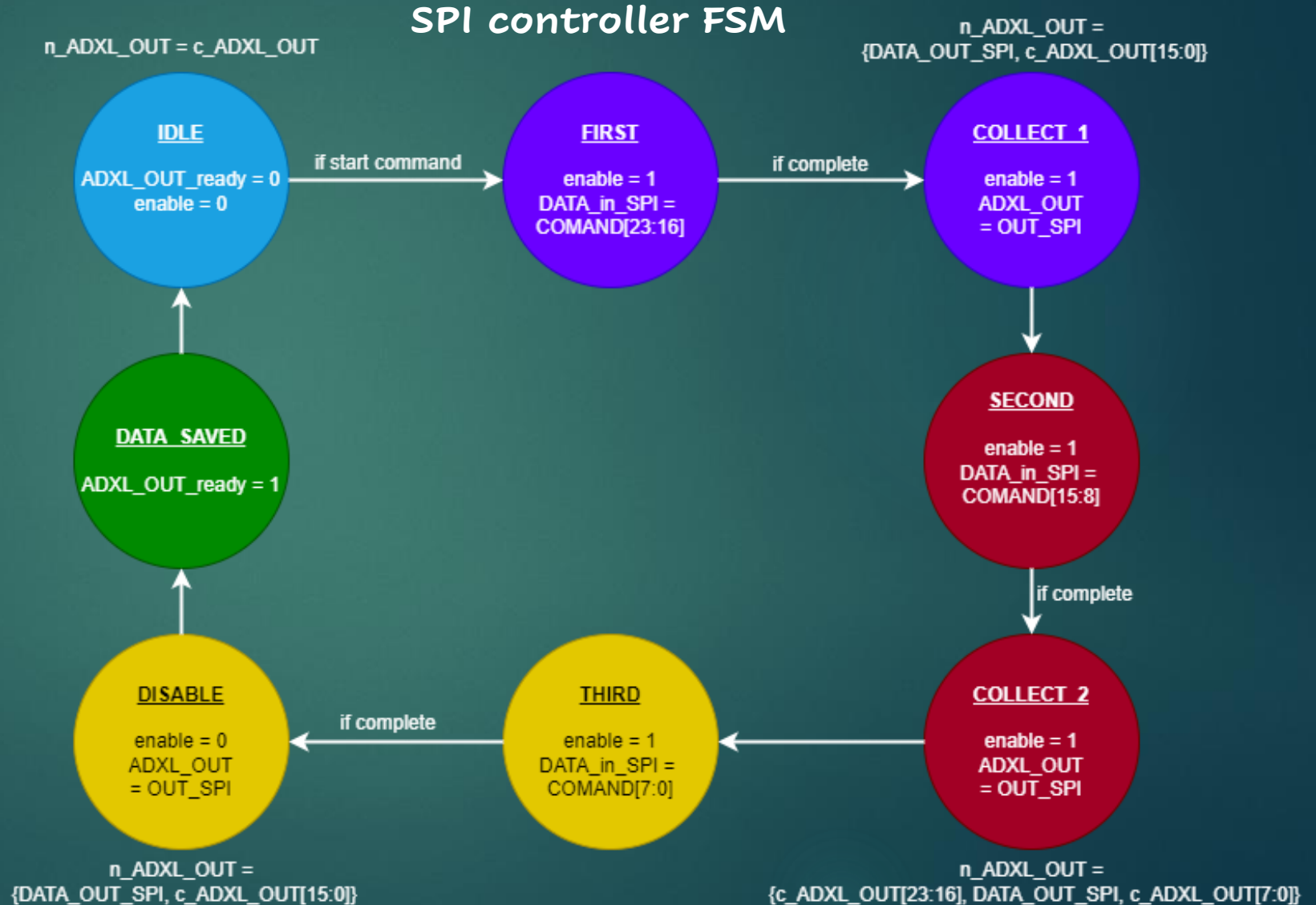
- Ελέγχει το SPI (με το enable) για να στείλει χωρίς αλλαγή του CS τρία bytes άρα μία εντολή
- Σε κάθε στάδιο δίνει το κατάλληλο byte και αποθηκεύει το output του SPI
- Στο τέλος δίνει output 24 bit όπου χρήσιμο είναι μόνο το τελευταίο Byte



Δεύτερο μέρος

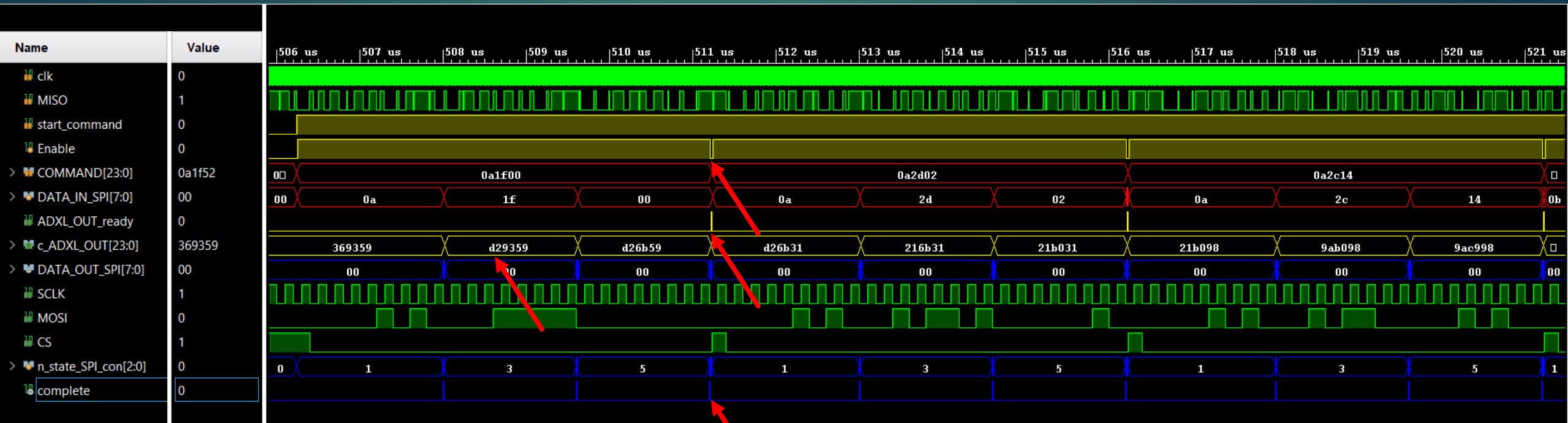
Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER

- Μπορεί να ελεγχθεί από ένα top module με τρόπο παρόμοιο του SPI



Δεύτερο μέρος

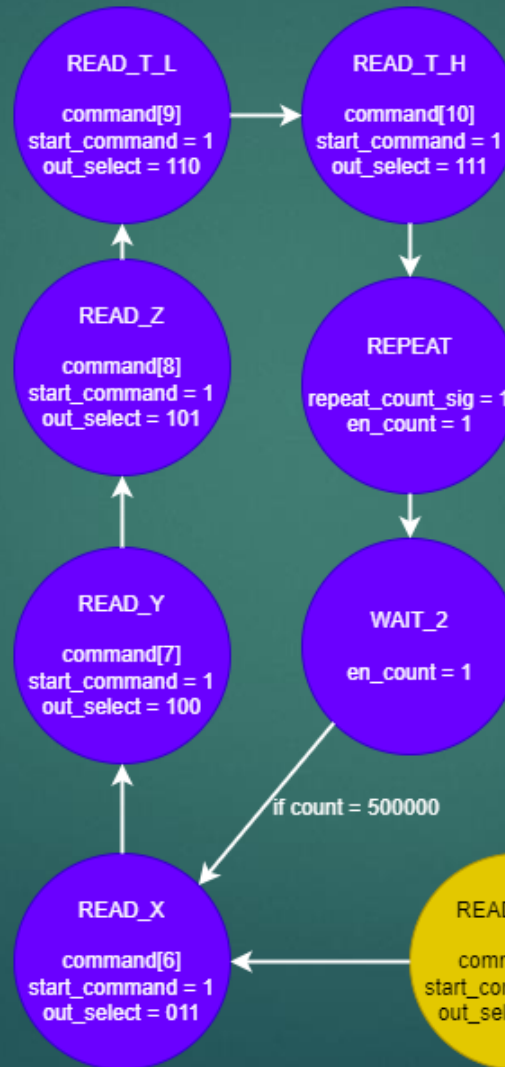
Υλοποίηση της μονάδας του SPI MASTER



Τρίτο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του ελεγκτή ADXL362

Ο Ελεγκτής ADXL362 αποτελείται από τις μονάδες που παρουσιάστηκαν πριν και από τις **command driver** και **ADXL data**



Command driver FSM

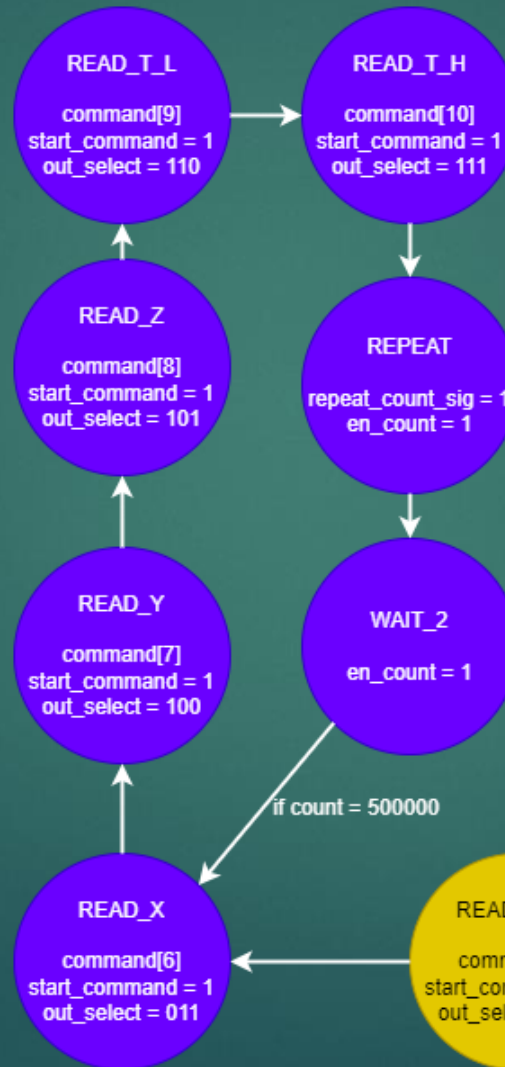


Τρίτο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του ελεγκτή ADXL362

Ο Ελεγκτής ADXL362 αποτελείται από τις μονάδες που παρουσιάστηκαν πριν και από τις **command driver** και **ADXL data**

- Ελέγχει το SPI controller για να στείλει τις απαραίτητες εντολές



Command driver FSM



Τρίτο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας του ελεγκτή ADXL362

ADXL Data

1. Ανάλογα με την τιμή του `out_select` προσθέτει την έξοδο της εντολής στον αντίστοιχο καταχωρητή

3. Έπειτα κανονικοποιεί την τιμή στο επιθυμητό εύρος και την βγάζει ως έξοδο

2. Όταν έχει περάσει από 128 κύκλους εντολών (μωβ) υπολογίζει τον μέσω όρο των μετρήσεων

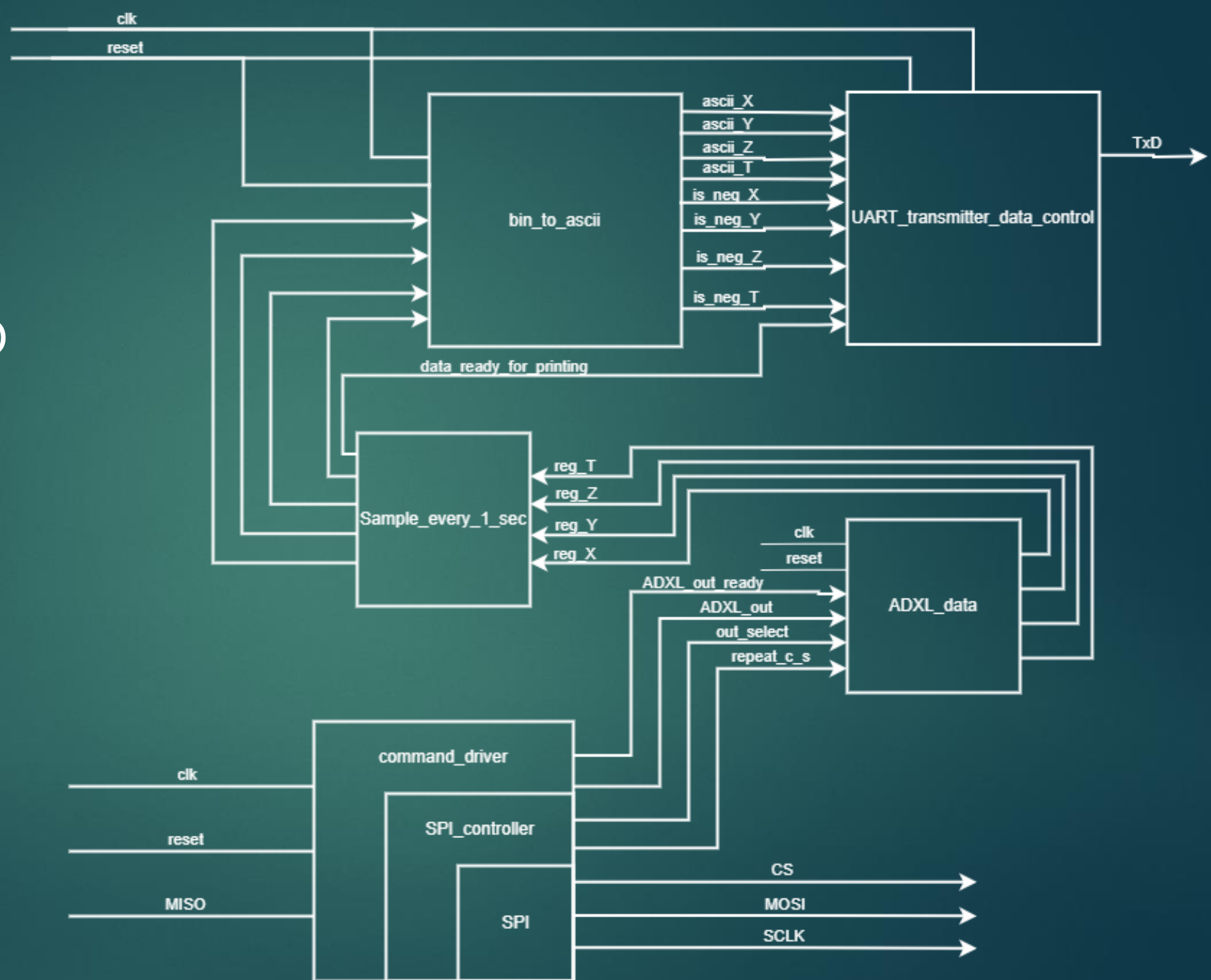
Πράξεις κανονικοποίησης

- $\text{Reg_XYZ} = (\text{sum} \gg 7) * 16$
- $\text{Reg_T} = (\text{sum} \gg 7) * 65$

Τρίτο μέρος

Υλοποίηση της μονάδας
του ελεγκτή ADXL362

Top module diagram
(accelerometer driver)



Τρίτο μέρος Υλοποίηση της μονάδας του ελεγκτή ADXL362

