



ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε.

## Προγραμματισμός και Έλεγχος της Κάρτας L1DDC των Ανιχνευτών Micromegas του Πειράματος ATLAS

Πτυχιακή Εργασία

Ιωάννης Π. Μεσολογγίτης (ΑΜ: 37543)

Αχιλλέας Γκούντης (ΑΜ: 42325)

Επιβλέποντες Καθηγητές

Ε. Κυριάκης – Μπιτζάρος

Α. Ζαχαριάδου

Ημερομηνία: 20/02/2017

## Περίληψη

Η κάρτα Level-1 Data Driver Card (L1DDC) σχεδιάστηκε για να ικανοποιήσει τις ανάγκες διαχείρισης δεδομένων του συστήματος New Small Wheel (NSW), το οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί στον αναβαθμισμένο ανιχνευτή του πειράματος ATLAS. Η ανάγκη για την αναβάθμιση του ανιχνευτή ATLAS προέρχεται από την αυξημένη φωτεινότητα (luminosity) που αναμένεται να επιτευχθεί κατά τη διάρκεια της τρίτης και της τέταρτη φάσης του πειράματος (Run 3 & 4). Το NSW αποτελείται από δύο διαφορετικές τεχνολογίες ανιχνευτών: τον ανιχνευτή MicroMegas (MM) και τον ανιχνευτή small Strip Thin Gap Chamber (sTGC). Οι νέοι αυτοί ανιχνευτές σχεδιάστηκαν ώστε να ανταποκρίνονται στον υψηλό ρυθμό παραγωγής σωματιδίων των νέων πειραμάτων παρέχοντας υψηλή χωρική και χρονική ανάλυση.

Η κάρτα L1DDC εδράζεται στον ανιχνευτή και λειτουργεί ως μια ενδιάμεση κάρτα η οποία διαχειρίζεται τα ψηφιακά δεδομένα που διακινούνται ανάμεσα στις κάρτες των ανιχνευτών (Front-end) και το σύστημα FELIX (Front End Link eXchange) που βρίσκεται εκτός του ανιχνευτή. Η L1DDC δέχεται δεδομένα από 8 κάρτες ανιχνευτών μέσω ηλεκτρικής διεπαφής και τα προωθεί στο σύστημα FELIX μέσω οπτικής διεπαφής με ρυθμό 4.8 Gb/s. Το κύριο εξάρτημα της κάρτας αυτής είναι το ολοκληρωμένο κύκλωμα ειδικού σκοπού (ASIC) με την ονομασία GBTx το οποίο έχει σχεδιαστεί στο CERN.

Με δεδομένο ότι το πρωτότυπο της L1DDC που είχαμε διαθέσιμο ήταν ένα από τα πέντε πρώτα που κατασκευάστηκαν και τέθηκε σε πλήρη λειτουργία για πρώτη φορά, ο εκτεταμένος έλεγχος είναι απαραίτητος, ώστε να αποκαλυφθούν πιθανά κατασκευαστικά ή σχεδιαστικά λάθη. Οι έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν περιλαμβάνουν: α) μετρήσεις στις εξόδους των τροφοδοτικών της κάρτας, β) επιβεβαίωση της λειτουργικότητας του ολοκληρωμένου GBTx χρησιμοποιώντας τη λειτουργία εσωτερικών βρόχων (loopbacks) και γ) επιβεβαίωση της λειτουργικότητας της οπτικής και της ηλεκτρικής διεπαφής (E-links) με αποστολή και λήψη δεδομένων σε όλες τις υποστηριζόμενες ταχύτητες (80, 160 και 320 Mb/s).

Για την πραγματοποίηση των παραπάνω ελέγχων ένα σύνολο εργαλείων ήταν απαραίτητο. Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν έναν αριθμό βοηθητικών καρτών, λογισμικό, υλισμικό (firmware) σε γλώσσα VHDL και ένα αναπτυξιακό σύστημα με FPGA. Τα περισσότερα από αυτά τα εργαλεία δόθηκαν από την ομάδα σχεδιασμού της L1DDC, ωστόσο κατά την διεξαγωγή των ελέγχων ήταν απαραίτητη η αποσφαλμάτωση, η επεξεργασία και η σχεδίαση νέου υλισμικού.

Τα αποτελέσματα των ελέγχων έδειξαν ότι η συμπεριφορά της πρωτότυπης L1DDC είναι η αναμενόμενη. Αποκαλύφθηκαν προβλήματα που οφείλονται πιθανότατα στην συγκόλληση των εξαρτημάτων στην κάρτα. Επίσης, πολύωρες μετρήσεις έδειξαν σημαντικό αριθμό σφαλμάτων μετάδοσης σε μερικά κανάλια γεγονός που απαιτεί διερεύνηση για την αποκάλυψη της προέλευσης των σφαλμάτων αυτών.

## Λέξεις – κλειδιά

Πείραμα ATLAS, New Small Wheel (NSW), L1DDC, GBTx, VHDL, FPGA, Έλεγχος πρωτότυπων κυκλωμάτων, Σχεδίαση ψηφιακών συστημάτων.