

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος

Εισαγωγή

Αναφορές

1. Γενικά για τη Χρήση Οργάνων στη Λήψη Δεδομένων
2. Θύρες και Πρωτόκολλα Επικοινωνίας Οργάνων – Υπολογιστή
 - 2.1 Σειριακή (RS232)
 - 2.2 GPIB
 - 2.3 Ethernet
3. Σύνδεση του Οργάνου σε PC και Έλεγχος Επικοινωνίας
 - 3.1 Διαμόρφωση Οργάνου GPIB στο MAX
 - 3.2 Διαμόρφωση ενός Οργάνου Ethernet στο MAX
4. Οδηγοί Οργάνων
 - 4.1 Plug and Play Οδηγοί Οργάνων στο LabVIEW
 - 4.2 Παραδείγματα Εικονικών Οργάνων (Example Vis) στους Οδηγούς Οργάνων
5. Χρήση του Οδηγού ενός Οργάνου στο LabVIEW
 - 5.1 Αναζήτηση και εγκατάσταση του οδηγού
 - 5.2 Το παράδειγμα ‘Agilent CSA Series Acquire Trace.vi’

Εφαρμογή 1η: Μέτρηση του φάσματος ραδιοφωνικών συχνοτήτων (RF Spectrum). Καταγραφή των συχνοτήτων των ραδιοφωνικών σταθμών

Εφαρμογή 2η: Μέτρηση του φάσματος κινητής τηλεφωνίας. Καταγραφή των συχνοτήτων των δικτύων κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα.

Πρόλογος

Το κεφάλαιο αυτό, «Χρήση Οργάνων στη Λήψη Δεδομένων», βασίζεται στην εκπαιδευτική σειρά “Instrument Control Fundamentals” την οποία μπορεί να βρεί κανείς στην ιστοσελίδα της National Instruments, στη θέση

<http://sine.ni.com/np/app/culdesac/p/ap/ictl/lang/en/pg/1/sn/n17:ictl/docid/tut-4359/>.

Το κείμενο αυτό έχει σαν σκοπό (α) να δώσει μια εισαγωγή στα βασικότερα στοιχεία του hardware και του software που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία ενός οργάνου με έναν υπολογιστή και (β) να χρησιμεύσει σαν ένας σύντομος πρακτικός οδηγός για την όσο το δυνατόν ευκολότερη ανάπτυξη (ή καλύτερα εύρεση) εφαρμογών για τη λήψη δεδομένων από ένα όργανο. Σε ότι αφορά στο hardware, γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των συνηθέστερων θυρών επικοινωνίας (Serial, GPIB, Ethernet), ενώ, σε ότι αφορά στο software, περιοριζόμαστε, όπως και σε όλη τη σειρά αυτών των σημειώσεων, στις επιλογές και τις δυνατότητες που μας παρέχει το Lab VIEW και συγκεκριμένα, στους οδηγούς οργάνων και τις εφαρμογές λήψης δεδομένων στο Lab VIEW.

Αναφορές

1. “Getting Started with Instrument Control” (<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/9860>). Σειρά διδακτικών βιντεοταινιών της National Instruments, με τις οποίες μπορεί κανείς να μάθει πως, μέσα σε λίγο χρονικά διάστημα, μπορεί να επικοινωνήσει, τα διαμορφώσει ένα όργανο και να φτιάξει εφαρμογές ελέγχου και λήψης μετρήσεων στο Lab VIEW.
2. “Lab VIEW για Μηχανικούς – Προγραμματισμός Συστημάτων DAQ”, Κ. Καλοβρέκτης, Εκδ. Τζιώλας. Αναλυτική περιγραφή των τρόπων επικοινωνίας με όργανα στα κεφάλαια 3 και 4.

1. Γενικά για τη Χρήση Οργάνων στη Λήψη Δεδομένων

Στην παράγραφο 5 του 3ου Μέρους, με τίτλο «Εισαγωγή στη Λήψη Δεδομένων (DAQ)», παρουσιάσαμε ένα συνηθισμένο όσο και εύκολο τρόπο για τη λήψη, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων με χρήση συσκευών DAQ συνδεδεμένων σε Η/Υ.

Μια άλλη κατηγορία λύσεων για λήψη και την παρουσίαση δεδομένων σε Η/Υ βασίζεται στη χρήση οργάνων (πολυμέτρων, αναλυτών φάσματος, κ.α.) και στην επικοινωνία και τον έλεγχο των οργάνων αυτών με τη βοήθεια του υπολογιστή.

Το εικονικό όργανο είναι ένας καινούργιος, βασιζόμενος σε υπολογιστή, τύπος συστήματος για λήψη, αποθήκευση, επεξεργασία και παρουσίαση των δεδομένων των μετρήσεων αλλά και για εφαρμογές ελέγχου. Ένα εικονικό όργανο περιλαμβάνει ηλεκτρονικό εξοπλισμό (hardware) και λογισμικό (software), που επιτρέπει τη μεταφορά σημάτων από τα όργανα σε έναν υπολογιστή και τη μετατροπή τους σε ψηφιακή μορφή για επεξεργασία χρησιμοποιώντας γραφικό προγραμματισμό.

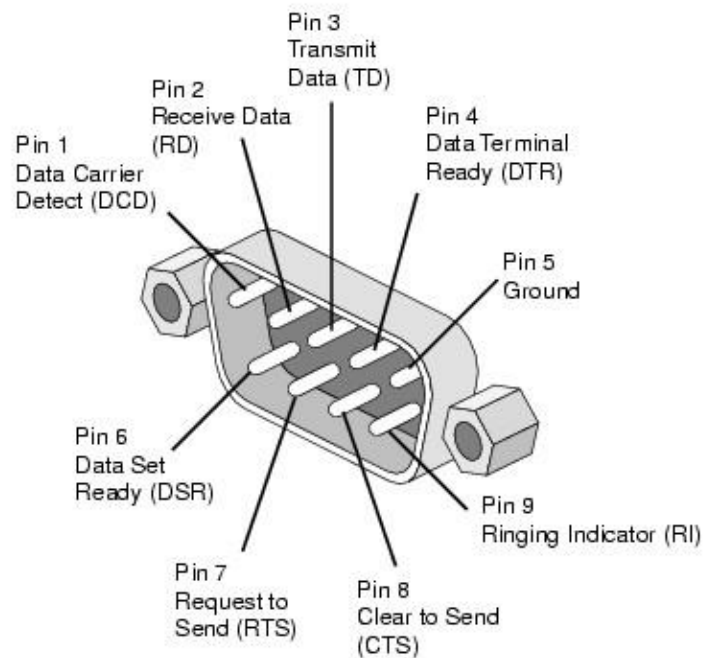
Ένα εικονικό όργανο μπορεί να αντικαταστήσει τα κουμπιά της εμπρόσθιας επιφάνειας και την οθόνη ενός αυτόνομου παραδοσιακού οργάνου με μια εικονική εμπρόσθια επιφάνεια στην οθόνη του PC. Τα εικονικά όργανα επιτρέπουν τη συμπαγή διευθέτηση της οθόνης, του ελέγχου και της συγκέντρωσης σύνθετων συστημάτων μέτρησης [36].

2. Θύρες και Πρωτόκολλα Επικοινωνίας Οργάνων - Υπολογιστή

Υπάρχουν διάφορες επιλογές για την επικοινωνία και τον έλεγχο των οργάνων με τον υπολογιστή. Οι πιο συνηθισμένες είναι μέσω της σειριακής θύρας του υπολογιστή (RS232) και της θύρας GPIB. Επιπλέον, οι θύρες Ethernet και USB, λόγω της πολύ μεγάλης διάδοσής τους στους σύγχρονους εμπορικούς υπολογιστές, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην επικοινωνία με όργανα. Άλλοι καθιερωμένοι, αλλά λιγότερο χρησιμοποιούμενοι, τρόποι επικοινωνίας είναι η θύρα IEEE 1394 καθώς και η ασύρματη επικοινωνία (Wireless Ethernet, IEEE 802.11), το γνωστό Wi-Fi. Παρακάτω, περιγράφουμε εν συντομία τα βασικότερα χαρακτηριστικά των τρόπων τρόπως επικοινωνίας RS232, GPIB και Ethernet.

2.4 Σειριακή (RS232)

Ο τρόπος (ή, όπως λέμε, το πρωτόκολλο) επικοινωνίας RS232 είναι καθορισμένο για σειριακή μεταφορά των δεδομένων. Είναι πολύ συνηθισμένο στα αναλυτικά και επιστημονικά όργανα. Συνηθίζεται, επίσης, πολύ για τον έλεγχο modem και εκτυπωτών. Σε αντίθεση με τη GPIB, στη θύρα RS232 μπορούμε να συνδέσουμε και να ελέγξουμε μόνο μία συσκευή κάθε φορά. Εκτός αυτού, η δισύνδεση RS232 είναι μια σχετικά αργή διασύνδεση με τυπική ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μικρότερη από 20 KB/s. στην Εικ. 1, δείχνονται οι ακροδέκτες της θύρας RS-232. Από αυτούς, συνηθέστερα συνδεδεμένοι είναι ο ακροδέκτης 2 (Pin 2), στον οποίο η συσκευή λαμβάνει (receive) τα δεδομένα και ο ακροδέκτης 3 (Pin 3), από τον οποίο αποστέλλει (transmit) δεδομένα.



Εικόνα 1 Οι ακροδέκτες της σειριακής θύρας RS-232 του υπολογιστή για επικοινωνία με όργανα και εξωτερικές συσκευές

<http://wilbo666.pbworks.com/w/page/49320712/RS232>

2.5 GPIB

Για πολλά χρόνια, η θύρα IEEE 488, επίσης γνωστή και σαν General Purpose Interface Bus ή GPIB, είναι μια από τις πιο συνηθισμένες θύρες I/O στα όργανα. Η θύρα επικοινωνίας GPIB σχεδιάστηκε ειδικά για εφαρμογές ελέγχου οργάνων. Το πρωτόκολλο IEEE 488, καθορίζει τις ηλεκτρικές, μηχανικές και λειτουργικές προδιαγραφές του καναλιού GPIB καθώς και τους βασικούς κανόνες του λειτουργικού συστήματος επικοινωνίας. Η GPIB είναι μια ψηφιακή παράλληλη επικοινωνία 8-bit με δυνατότητα ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων ως 8 MB/s, ενώ υποστηρίζει ταυτόχρονη σύνδεση ως και 14 οργάνων εκτός από την μονάδα ελέγχου του συστήματος.

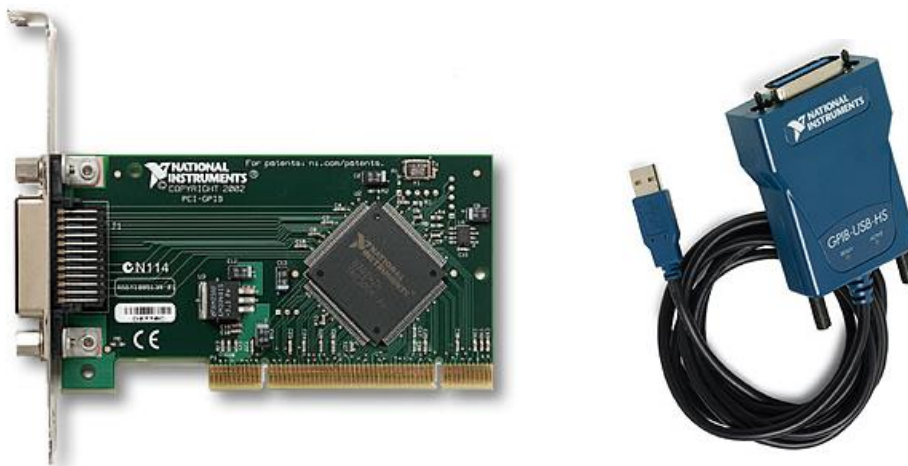
Τα καλώδια σύνδεσης GPIB διαθέτουν στιβαρούς, θωρακισμένους ακροδέκτες, σχεδιασμένους για χρήση σε σκληρό βιομηχανικό περιβάλλον. Ένα βασικό σύστημα ελέγχου οργάνων GPIB αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- το PC
- τον ελεγκτή GPIB (GPIB controller), Εικ. 2(β)
- το καλώδιο GPIB, Εικ. 2(α) και
- το όργανο GPIB



Εικόνα 2(α) Καλώδιο και ακροδέκτες GPIB

<http://www.keithley.com/products/accessories/ieee/gpib-cable/?mn=7007-4>



Εικόνα 2(β) Μονάδες ελέγχου (controller) τύπου PCI (αριστερά) και USB (δεξιά) για επικοινωνία GPIB

<http://sine.ni.com/psp/app/doc/p/id/psp-290/lang/en>

2.6 Ethernet

Πρόσφατα, οι κατασκευαστές οργάνων, εκτός από τις στάνταρ RS232 και GPIB, έχουν αρχίσει να περιλαμβάνουν την Ethernet/LXI σαν εναλλακτική θύρα επικοινωνίας στα όργανά τους. Η τεχνολογία Ethernet, αν και νέα στις εφαρμογές ελέγχου οργάνων, χρησιμοποιείται ευρέως στα συστήματα μέτρησης. Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Ethernet στον έλεγχο οργάνων είναι η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου των οργάνων (remote control), η δυνατότητα ταυτόχρονης συμμετοχής (sharing) διαφόρων χρηστών σε διαφορετικές θέσεις καθώς και η εύκολη λήψη και μετάδοση των δεδομένων μέσω δικτύου. Τα περισσότερα συνηθισμένα δίκτυα Ethernet σήμερα μπορούν να μεταδίδουν δεδομένα στα 10 Mb/s, 100 Mb/s ή ακόμα και 1 Gb/s με το νέο Gigabit Ethernet στάνταρ. Αυτές, όμως, είναι οι θεωρητικά μέγιστες ταχύτητες μετάδοσης των δεδομένων. Στην πράξη, είναι πολύ πιθανόν να μην επιτυγχάνουμε τέτοιες επιδόσεις. Επιπλέον, η μεταφορά δεδομένων μέσω Ethernet δεν είναι ντετερμινιστική, ενώ θα πρέπει να λαμβάνει κανείς



Εικόνα 3 Ακροδέκτης για σύνδεση Ethernet (συχνά καλείται RJ45)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

επιπλέον μέτρα προστασίας (firewalls), προκειμένου να διασφαλίσει ότι τα δεδομένων μεταδίδονται ακέραια. Στην Εικ. 3, δείχνεται ο ακροδέκτης για σύνδεση στη θύρα Ethernet, γνωστός και σαν RJ45.

4. Σύνδεση του Οργάνου σε PC και Έλεγχος Επικοινωνίας

Σ'αυτήν την παράγραφο, δείχνουμε τα βήματα για τη διαμόρφωση της επικοινωνίας ενός οργάνου GPIB και ενός οργάνου Ethernet σε έναν υπολογιστή με Windows. Προϋποθέτει ότι είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή το περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών LabVIEW και ο οδηγός NI-VISA. Ο οδηγός NI-VISA είναι μια υψηλού επιπέδου διεπιφάνεια προγραμματισμού εφαρμογών (Application Programming Interface, API), που χρησιμοποιείται για επικοινωνία με όργανα (όπως ήταν ο οδηγός NI-DAQmx για την επικοινωνία με συσκευές λήψης δεδομένων DAQ).

Το περιεχόμενο της παραγράφου αυτής βασίζεται στην εκπαιδευτική σειρά **“Instrument Control Fundamentals”** της εταιρείας National Instruments (<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4359>)

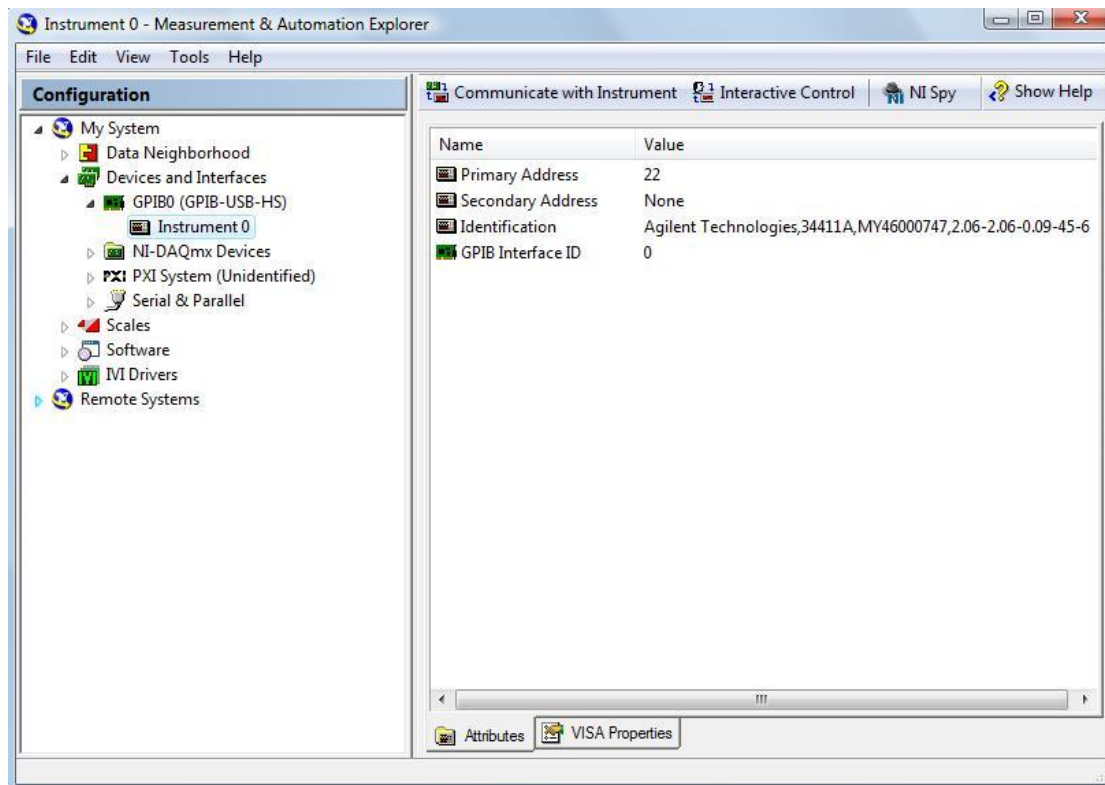
3.3 Διαμόρφωση Οργάνου GPIB στο MAX

Το όργανο θα πρέπει να είναι συνδεδεμένο στο PC μέσω του ελεγκτή GPIB (Εικ. 2(β)) και του καλωδίου (Εικ. 2(α)). Στην παράγραφο αυτή, θεωρούμε ότι χρησιμοποιείται ένας ελεγκτής GPIB της National Instruments, οπότε στον υπολογιστή είναι εγκατεστημένος το πρόγραμμα MAX το οποίο έρχεται μαζί με τον οδηγό NI-488 του ελεγκτή. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται ελεγκτής GPIB άλλης εταιρείας, θα πρέπει να ακολουθείται της αντίστοιχες οδηγίες.

1. Ανοίξτε το πρόγραμμα MAX πηγαίνοντας στο

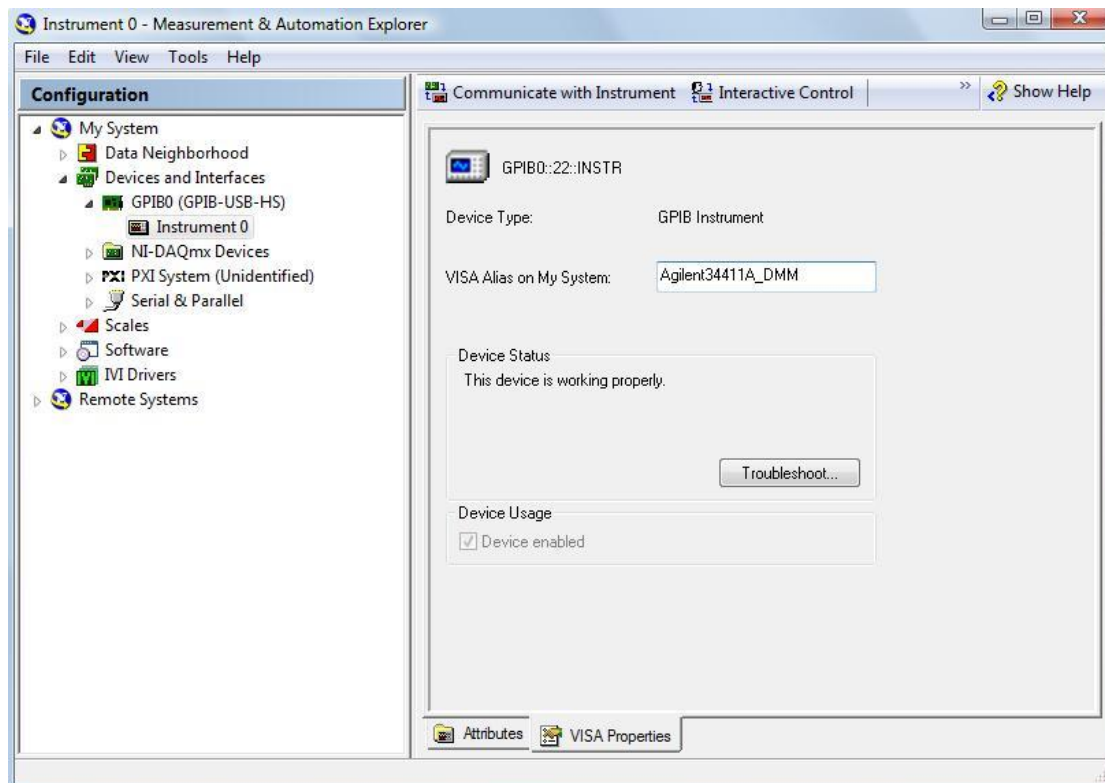
Start → Programs → National Instruments → Measurement & Automation.

2. Για να επιβεβαιώσετε ότι η συσκευή GPIB είναι συνδεδεμένη κανονικά, αναπτύξτε το “Devices and Interfaces” κάτω από το φάκελο “My System” στο μενού “Configuration” (Εικ. 4).



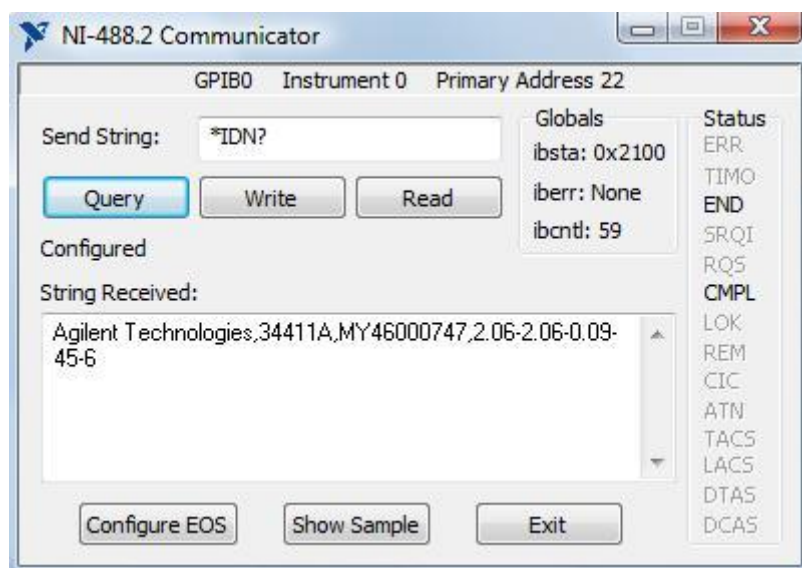
Εικόνα 4

- Επιλέξτε τον ελεγκτή (controller) GPIB0 (βλ. Εικ. 4). Είναι προεπιλογή του προγράμματος MAX να ονομάζει τον πρώτο ελεγκτή GPIB, που βρίσκει συνδεδεμένο, σαν GPIB0. Αν βρει και δεύτερο τον ονομάζει GPIB1, κ.ο.κ. Σ' αυτό το παράδειγμα, χρησιμοποιούμε έναν ελεγκτή USB-GPIB-HS της National Instruments (σαν αυτόν που δείχνει η δεξιά Εικόνα 2(β)).
- Αναπτύξτε τον ελεγκτή GPIB0 ή κάνετε δεξί κλικ πάνω του και επιλέξτε "Scan For Instruments" για να εμφανίσει τη λίστα των οργάνων GPIB που είναι συνδεδεμένες στον υπολογιστή σας μέσω του ελεγκτή GPIB0. Στην λίστα των οργάνων GPIB, που εμφανίζεται, το πρώτο όργανο ονομάζεται "Instrument 0", το δεύτερο "Instrument 1", κ.ο.κ.
- Κάνοντας κλικ στο όνομα του οργάνου, εμφανίζονται στο κεντρικό παράθυρο δεξιά τα χαρακτηριστικά του οργάνου (Attributes), όπως το όνομά του και η διεύθυνσή του. Στο παράδειγμα μας, που δείχνεται στην Εικ. 4, έχουμε χρησιμοποιήσει το ψηφιακό πολύμετρο 34411A της εταιρείας Agilent. Η GPIB διεύθυνση του οργάνου (Primary Address) είναι 22. Η διεύθυνση αυτή είναι προκαθορισμένη από τον κατασκευαστή του οργάνου και μπορεί να αλλάξει με την επιλογή κατάλληλου κουμπιού στο όργανο.
- Επιλέγοντας την ετικέτα "VISA Properties", μπορούμε να επιλέξουμε το όνομα με το οποίο θα εμφανίζεται το όργανο στις εφαρμογές μας γράφοντας στο κουτί "VISA Alias on My System" (Εικ. 5). Στο παράδειγμά μας, έχουμε επιλέξει σαν όνομα της συσκευής 'Agilent34411A_DMM'.



Εικόνα 5

7. Μπορούμε να επικοινωνήσουμε με το όργανο κάνοντας κλικ στο “Communicate with Instrument”. Στον πίνακα “NI-488.2 Communicator”, που εμφανίζεται (Εικ. 6), κάνουμε κλικ στο ‘Query’ και στο χώρο “String Received” εμφανίζονται τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του οργάνου.



Εικόνα 6

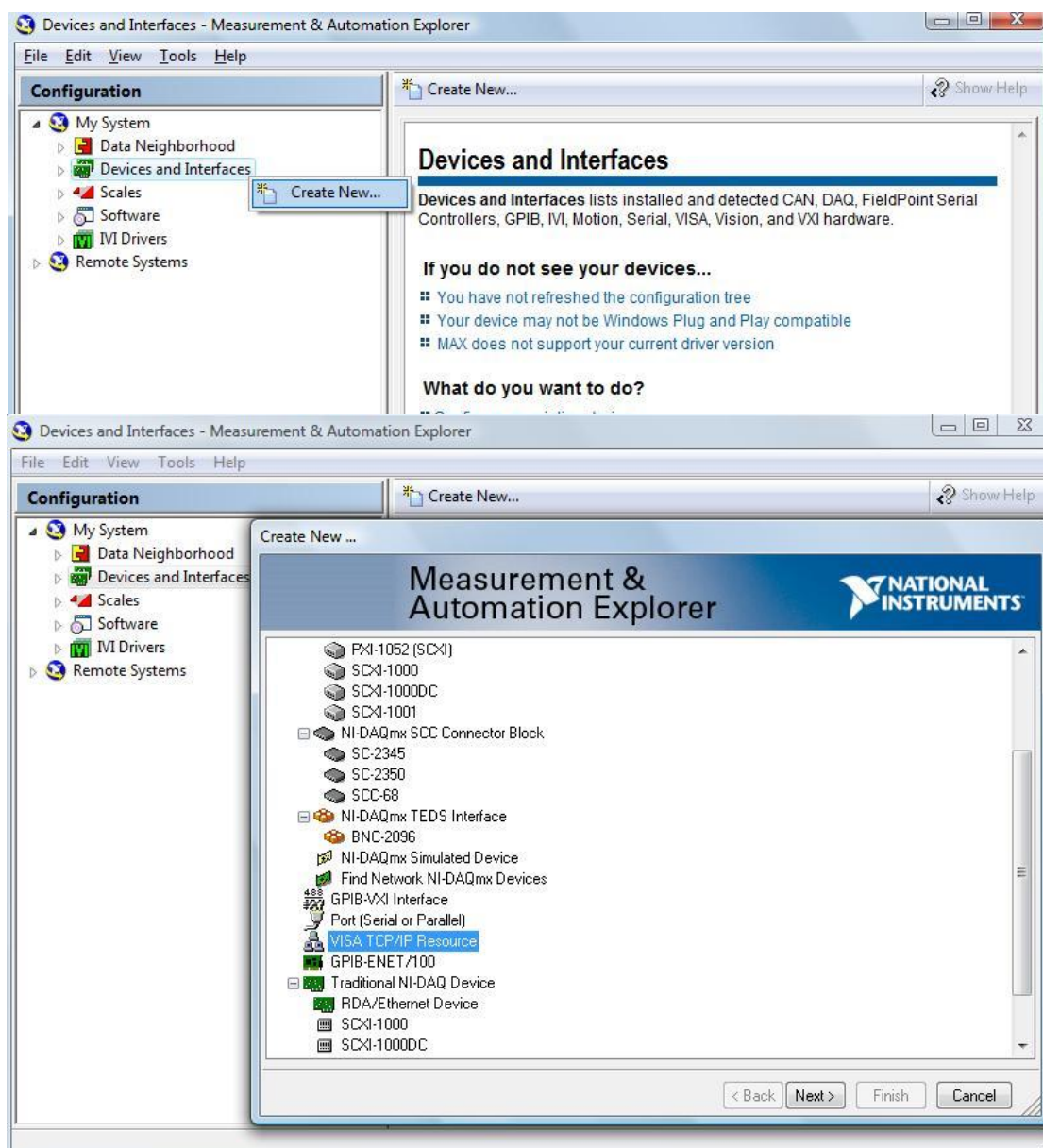
3.4 Διαμόρφωση ενός Οργάνου Ethernet στο MAX

Όπως στην προηγούμενη παράγραφο δείξαμε βήμα-βήμα τη διαμόρφωση της επικοινωνίας με ένα όργανο GPIB, έτσι και σ' αυτήν την παράγραφο, θα δείξουμε την αντίστοιχη διαδικασία για ένα όργανο Ethernet.

Υποθέτουμε ότι ο οδηγός NI-VISA, ο οποίος περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα Lab VIEW, είναι ήδη εγκατεστημένος στον υπολογιστή.

Το όργανο Ethernet πρέπει να είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο και να υπάρχει επικοινωνία με τον υπολογιστή. Για να ελέγξετε ότι υπάρχει αυτή η επικοινωνία, μπορείτε να ακολουθήσετε τα λίγα πρακτικά βήματα που περιγράφονται στο Παράρτημα Β.

1. Ανοίξετε το πρόγραμμα NI-MAX σύμφωνα με το βήμα 1 της προηγούμενης παραγράφου.
2. Κάνετε δεξί κλικ στο 'Devices and Interfaces' και μετά αριστερό κλικ στο 'Create New...' (Εικ. 7).
3. Στο παράθυρο "Create New", που ανοίγεται (Εικ. 8), επιλέξτε "VISA TCP/IP Resource" και πατήστε 'Next'.
4. Στη συνέχεια, θα χρειαστεί να επιλέξετε είτε 'VXI-11 LAN/LXI Instrument' ή 'Raw Socket'



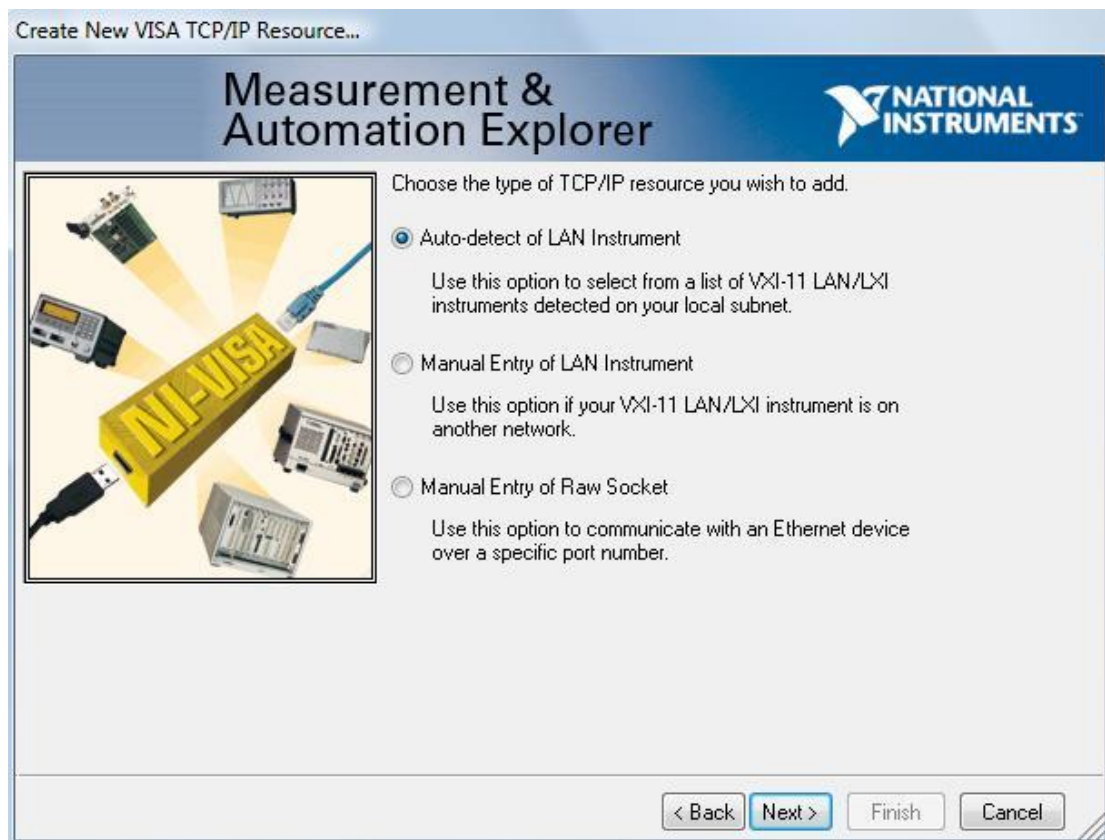
Εικόνα 8

(Εικ. 9)

Η επιλογή 'VI-11 LAN/LXI Instrument' χρησιμοποιείται για όργανα τα οποία συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές των οργάνων VXI-11 LAN. Αν χρησιμοποιείτε ένα όργανο VXI-11 LAN, θα έχετε την επιλογή είτε να ψάξει αυτόματα το δίκτυό σας γι' αυτό το όργανο (επιλογή 'Auto-detect of LAN Instrument') είτε να το προσθέσετε εσείς βάζοντας την διεύθυνση IP του οργάνου (επιλογή 'Manual Entry of LAN Instrument').

Η επιλογή 'Manual Entry of Raw Socket' θα σας επιτρέψει να επικοινωνήσετε με ένα όργανο Ethernet μόνο εισάγοντας τη διεύθυνση IP και τον ιδιαίτερο αριθμού της θύρας του (port).

Επιλέξτε 'Auto-detect of LAN Instrument' και πατήστε 'Next' (Εικ. 9).



Εικόνα 9

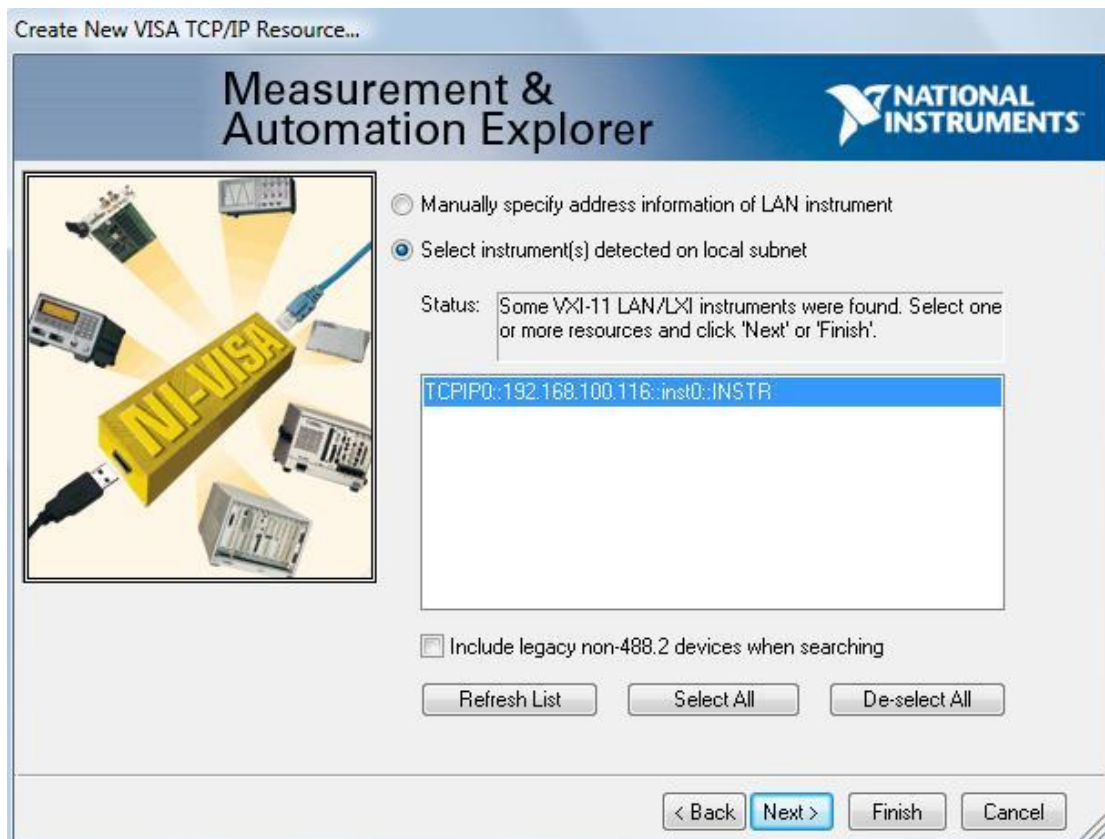
5. Μετά από αυτό, θα εμφανιστούν στο στο MAX τα ονόματα και οι διευθύνσεις IP όλων των οργάνων Ethernet που είναι συνδεδεμένα στο τοπικό δίκτυο του υπολογιστή. Στο παράδειγμα, που χρησιμοποιούμε εδώ, το οποίο δείχνεται στην Εικ. 10, ανιχνεύτηκε το όργανο με IP διεύθυνση 192.168.100.116 στο οποίο δίνεται το όνομα (VISA TCP/IP Resource name)

"TCPIP0::192.168.100.116::inst0::INSTR"

Επιλέγουμε το όργανο αυτό και πατάμε 'Next' (Εικ. 10)

6. Στην επόμενη οθόνη (Εικ.11), μπορούν να δώσουμε ένα βολικό όνομα στο όργανο, πληκτρολογώντας στη θέση 'Alias'. Με το όνομα αυτό θα εμφανίζεται το όργανο κάθε φορά που επικοινωνούμε μαζί του μέσα από μια εφαρμογή Lab VIEW. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιούμε έναν αναλυτή φάσματος της εταιρείας Agilent στον οποίο δίνουμε το όνομα "CSA_Spectrum_Analyser". Αν αφήσουμε κενή τη θέση 'Alias', το όνομα του οργάνου θα εμφανίζεται με το "Resource Name": TCPIP0::192.168.100.116::inst0::INSTR.

Στη συνέχεια, πατάμε 'Finish'.

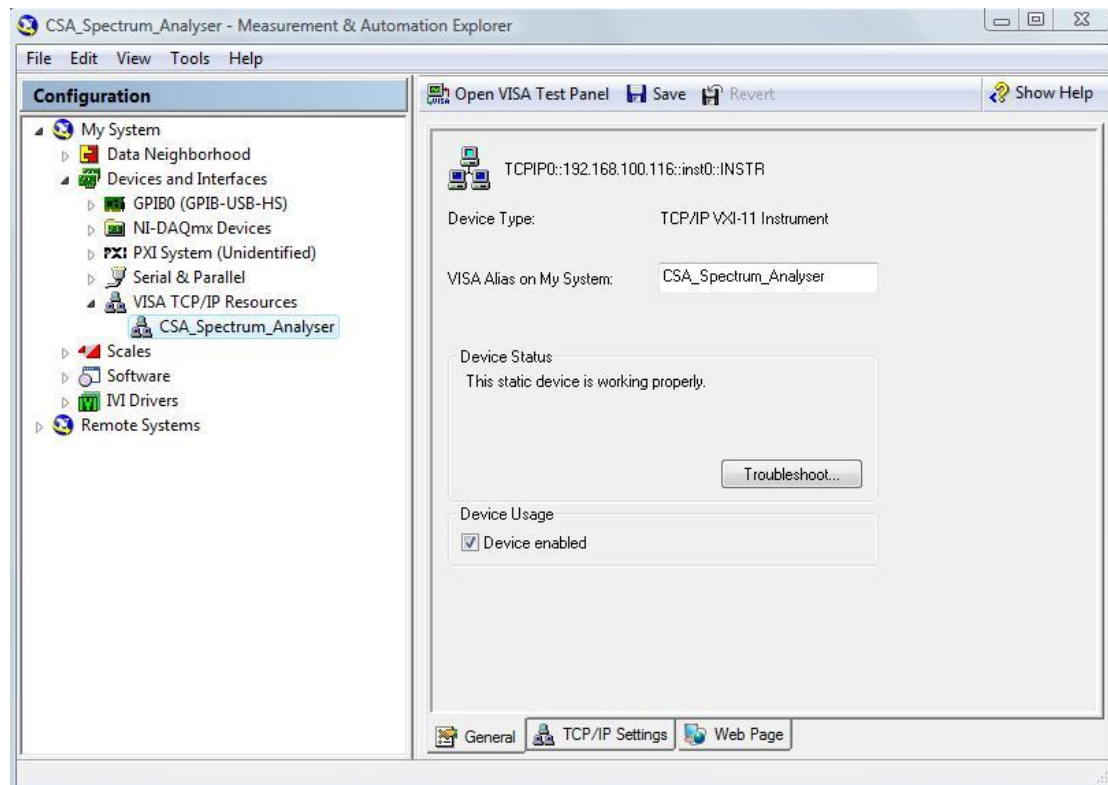


Εικόνα 10



Εικόνα 11

7. Η πράξη αυτή ολοκληρώνει τη διαμόρφωση του οργάνου Ethernet. Στον πίνακα διαμόρφωσης “Configuration” του MAX (Εικ. 12), κάτω από το φάκελο των οργάνων ‘VISA TCP/IP Resources’, εμφανίζεται το όνομα “CSA_Spectrum_Analyser” του οργάνου.



Εικόνα 12

8. Κάνοντας κλικ στην καρτέλα ‘TCP/IP Settings’, εμφανίζονται όλα τα στοιχεία (Device Information) του οργάνου Ethernet που έχουμε διαμορφώσει, όπως, ο κατασκευαστής (Manufacturer): Agilent Technologies, το μοντέλο (Model): N1996A, κ.α., όπως και η διεύθυνση IP.

5. Οδηγοί Οργάνων

Για τον έλεγχο ενός οργάνου, εκτός από την αποκατάσταση της επικοινωνίας του με τον υπολογιστή μέσω κάποιας θύρας του (Σειριακή, GPIB, Ethernet, USB, κ.λ.π.), απαιτείται και η ύπαρξη του κατάλληλου προγράμματος εντολών με τις οποίες καθορίσουμε τον τρόπο λειτουργίας του οργάνου και τη μετάδοση των δεδομένων στον υπολογιστή. Τις εντολές αυτές (instructions or commands) επιλέγουμε από ένα σύνολο εντολών τις οποίες “καταλαβαίνει” το όργανο και οι οποίες αποτελούν το πρωτόκολλο προγραμματισμού (programming protocol) του οργάνου. Εννοείται ότι το πρωτόκολλο προγραμματισμού δίνεται από τον κατασκευαστή του οργάνου.

Υπάρχουν δύο διαφορετικές μέθοδοι να ελέγξουμε ένα όργανο μέσω του υπολογιστή: μπορούμε είτε να χρησιμοποιήσουμε έναν οδηγό του οργάνου (instrument driver) είτε να ελέγξουμε το όργανο στέλνοντας άμεσα από τον υπολογιστή εντολές I/O. Ο οδηγός ενός οργάνου είναι ένα σύνολο προγραμμάτων με τα οποία ελέγχουμε ένα προγραμματιζόμενο όργανο. Κάθε πρόγραμμα αντιστοιχεί σε μια προγραμματιζόμενη λειτουργία του οργάνου όπως, διαμόρφωση των παραμέτρων λειτουργίας του (configuration), ανάγνωση δεδομένων από το όργανο (data reading), εγγραφή δεδομένων στο όργανο (writing) και σήματα έναρξης λειτουργίας (triggering). Με τους οδηγούς απλοποιείται ο έλεγχος του οργάνου και μειώνεται ο χρόνος, που χρειαζόμαστε για να γράψουμε το πρόγραμμα καθώς απαλείφει την ανάγκη να μάθουμε το πρωτόκολλο προγραμματισμού κάθε οργάνου.

1. Plug and Play Οδηγοί Οργάνων στο LabVIEW

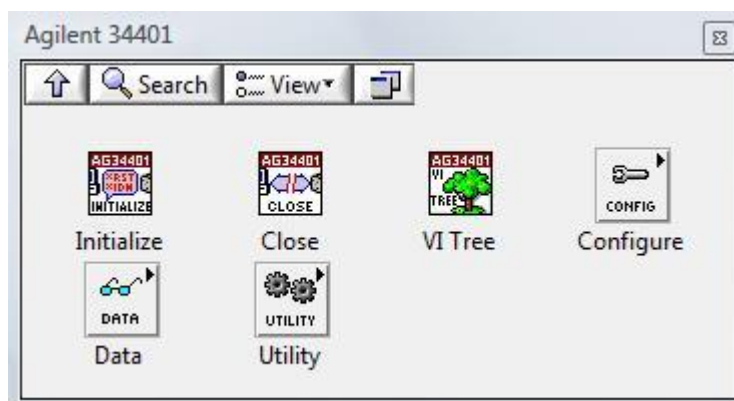
Ένας Plug and Play (PnP) οδηγός οργάνου του LabVIEW είναι ένα σύνολο εικονικών οργάνων (VIs) που ελέγχουν ένα προγραμματιζόμενο όργανο. Όπως είπαμε και παραπάνω, κάθε VI αντιστοιχεί σε μια λειτουργία του οργάνου, όπως διαμόρφωση των παραμέτρων λειτουργίας του (configuration), σήματα έναρξης λειτουργίας (triggering) και ανάγνωση μετρήσεων από το όργανο (measurements reading). Καθώς οι οδηγοί οργάνων στο LabVIEW είναι ανοικτού κώδικα, μπορούμε να προσαρμόσουμε τη λειτουργία τους στις ιδιαίτερες απαιτήσεις μας ώστε να παίρνουμε το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Τα εικονικά όργανα κάθε οδηγού οργάνου στο LabVIEW εμφανίζονται σε μια διεπιφάνεια ανάπτυξης εφαρμογών (Application Programming Interface, API), αντίστοιχη με την API NI-DAQmx για τη λήψη δεδομένων από συσκευές DAQ, που είδαμε στο 3ο Μέρος, η οποία είναι προσβάσιμη μέσω της παλέτας λειτουργιών (Functions) στο δομικό διάγραμμα με την ακολουθία

Functions → Instrument I/O → Instrument Drivers

Τα εικονικά όργανα στη διεπιφάνεια API κάθε οδηγού είναι οργανωμένα στις παρακάτω έξι κατηγορίες (βλ. Εικ. 13):

- **Initialize (Εκκίνηση)**—Όλοι οι οδηγοί οργάνων στο LabVIEW πρέπει να περιλαμβάνουν ένα εκκίνησης. Αυτό το VI αποκαθιστά την επικοινωνία με το όργαν, επομένως είναι το πρώτο VI που εκτελείται.



Εικόνα 13 Η δομή του οδηγού LabVIEW του πολυμέτρου 34401A της εταιρείας Agilent.

- **Configuration (Διαμόρφωση)**—Τα VI διαμόρφωσης είναι μια συλλογή προγραμμάτων που κάνουν το όργανο να εκτελεί ορισμένες λειτουργίες (π.χ., είδος μέτρησης, κλίμακα μέτρησης, κ.α.). Το πλήθος των VI διαμόρφωσης, που περιλαμβάνει ο οδηγός ενός οργάνου, εξαρτάται από τις δυνατότητες του οργάνου.
- **Action/Status (Λειτουργία/Κατάσταση)** (δεν υπάρχει στην Εικ. 13)—Τα VI λειτουργίας κάνουν το όργανο να ξεκινήσει ή να σταματήσει μια διαδικασία μέτρησης. Με τα VI κατάστασης παίρνουμε την τρέχουσα κατάσταση του οργάνου.
- **Data (Δεδομένα)** – Τα VIs δεδομένων μεταφέρουν δεδομένα μέτρησης από και προς το όργανο.
- **Utility (Γενικής Χρήσης)**—Τα VI γενικής χρήσης εκτελούμε μια ποικιλία βοηθητικών λειτουργιών, όπως επανεκκίνηση (reset) και αυτο-εξέταση (self-test) του οργάνου.
- **Close (Κλείσιμο)** – Με αυτό το VI τερματίζουμε την εκτέλεση του οδηγού και την επικοινωνία με το όργανο.

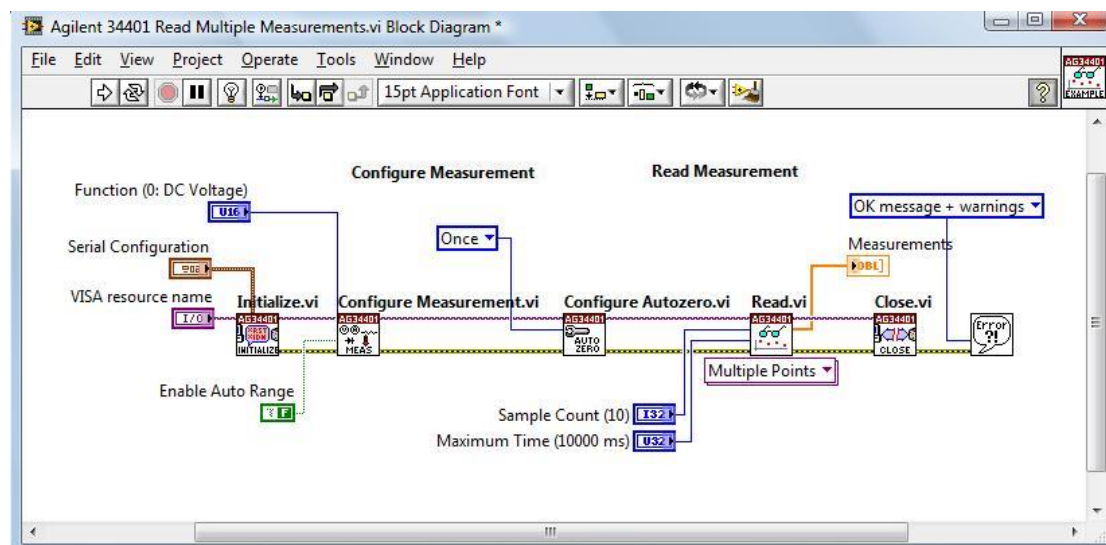
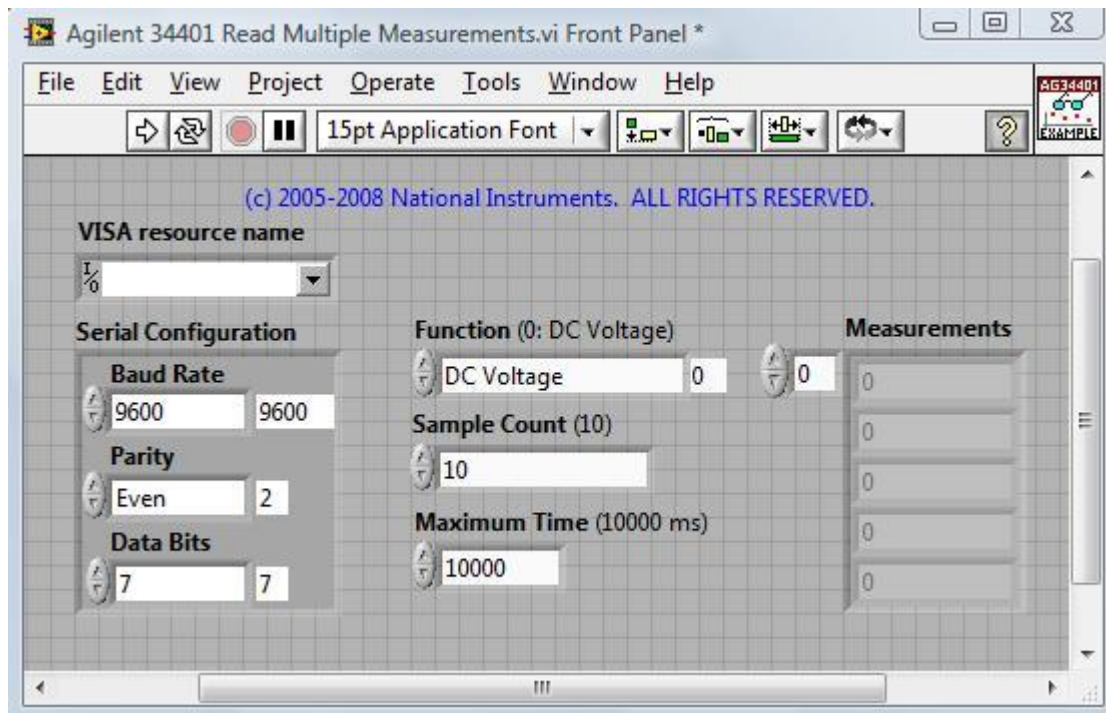
2. Παραδείγματα Εικονικών Οργάνων (Example Vis) στους Οδηγούς Οργάνων

Όλοι οι οδηγοί οργάνων περιλαμβάνουν έτοιμα παραδείγματα εικονικών οργάνων (Example VIs). Αυτά τα έτοιμα παραδείγματα δείχνουν στο χρήστη ενός οργάνου πως να χρησιμοποιεί τα VI του οδηγού του οργάνου για να εκτελεί τις βασικές λειτουργίες ελέγχου και μέτρησης με το όργανο. Επιβεβαιώνουν, επίσης, την επικοινωνία του οργάνου με τον υπολογιστή. Η Εικ. 14 παρακάτω δείχνει την εμπρόσθια επιφάνεια (Front Panel) και το δομικό διάγραμμα (Block Diagram) ενός παραδείγματος εικονικού οργάνου για τη μέτρηση ρεύματος “Agilent 34401 Read Multiple Measurement.vi” το οποίο περιλαμβάνεται μέσα στον οδηγό του πολυμέτρου Agilent 34401. Το vi αυτό βρίσκεται στη θέση

C:\Program Files\National Instruments\LabVIEW 2009\instr.lib\Agilent 34401\Examples

Στην εμπρόσθια επιφάνεια του παραδείγματος “Agilent 34401 Read Multiple Measurement.vi” βλέπουμε τα κουμπιά ελέγχου ‘Function’, για τη ρύθμιση του είδους μέτρησης (DC Voltage, AC Voltage, DC Current, AC Current, Resistance, κ.λ.π.), ‘Sample Count’, για τον αριθμό μετρήσεων, που θέλουμε να κάνει το όργανο και ‘Maximum Time’, για το μέγιστο χρόνο που μπορεί να περιμένει το όργανο να ολοκληρώσει τις μετρήσεις. Στον πίνακα ‘Measurements’ εμφανίζονται οι τιμές των μετρήσεων.

Το δομικό διάγραμμα του “Agilent 34401 Read Multiple Measurement.vi” αποτελείται από το vi “Initialize”, τα vi “Configure Measurement.vi” και “Configure Autozero.vi” από την κατηγορία ‘Configure’ του οδηγού, το vi “Read” από την κατηγορία ‘Read’ και, τέλος, το vi “Close”.



Εικόνα 14 Η εμπρόσθια επιφάνεια και το δομικό διάγραμμα του Example VI “Agilent 34401 Read Multiple Measurements.vi” από τον οδηγό LabVIEW για το πολύμετρο 34301A της εταιρείας Agilent.

6. Χρήση του Οδηγού ενός Οργάνου στο LabVIEW

Σ’αυτήν την παράγραφο, θα περιγράψουμε βήμα-βήμα τη διαδικασία εύρεσης, εγκατάστασης και χρήσης ενός οδηγού οργάνου στο Lab VIEW. Θα χρησιμοποιηθεί το συγκεκριμένο παράδειγμα της εγκατάστασης του οδηγού του Αναλυτή Φάσματος N1996A

της εταιρείας Agilent Technologies. Θεωρούμε ότι έχει γίνει η σύνδεση και η διαμόρφωση του οργάνου στο MAX σύμφωνα με τα βήματα 1 – 8 της παραγράφου 4.2.

Το περιεχόμενο της παραγράφου αυτής βασίζεται στην ιστοσελίδα με τίτλο “How to Use an Instrument Driver in LabVIEW Tutorial” (<http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/2804>) από τη σειρά διδακτικών σημειώσεων “Instrument Control Fundamentals: Main Page” της National Instruments.

5.2 Αναζήτηση και εγκατάσταση του οδηγού

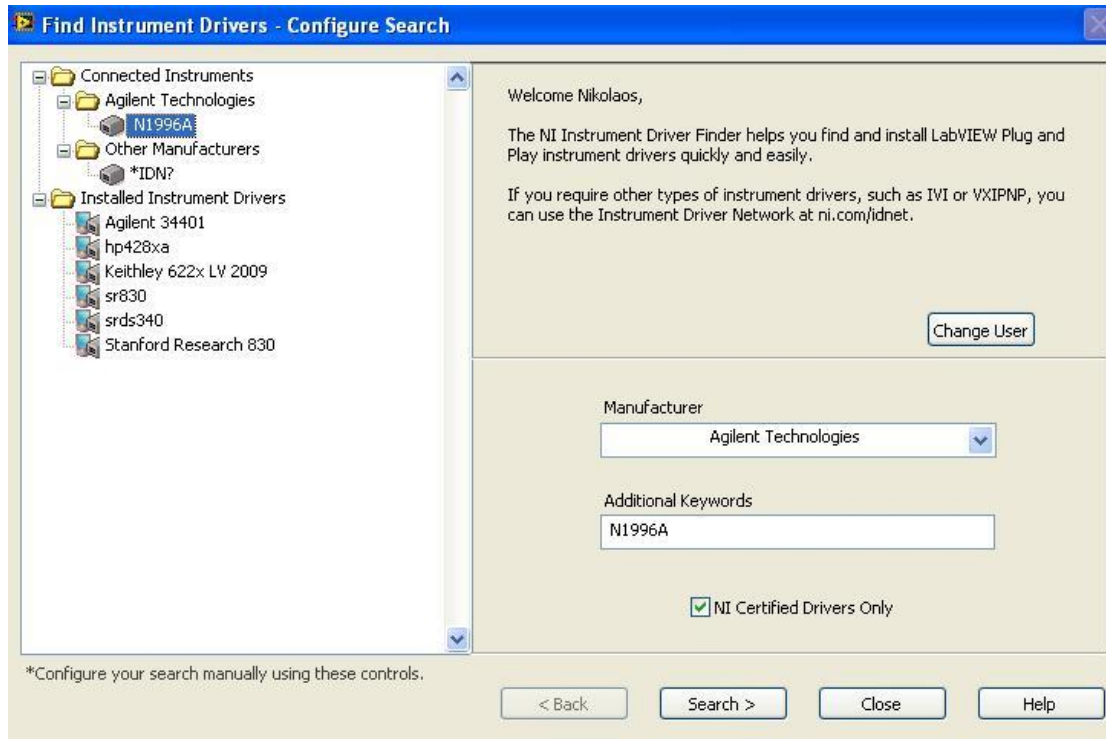
Μπορούμε να βρούμε, να κατεβάσουμε, να εγκαταστήσουμε και να αποκτήσουμε πρόσβαση σε PnP οδηγούς οργάνων στο LabVIEW με δύο διαφορετικούς τρόπους. Ο ευκολότερος τρόπος, τον οποίο και θα δείξουμε σ’αυτήν την παράγραφο, είναι με το εργαλείο **NI Instrument Driver Finder**. Ο δεύτερος τρόπος είναι ψάχνοντας στο δίκτυο οδηγών οργάνων **Instrument Driver Network (IDNet)** της National Instruments.

1. Ξεκινάμε το NI Instrument Driver Finder πηγαίνοντας στην αρχική επιφάνεια ‘Getting Started’ του Lab VIEW και επιλέγουμε

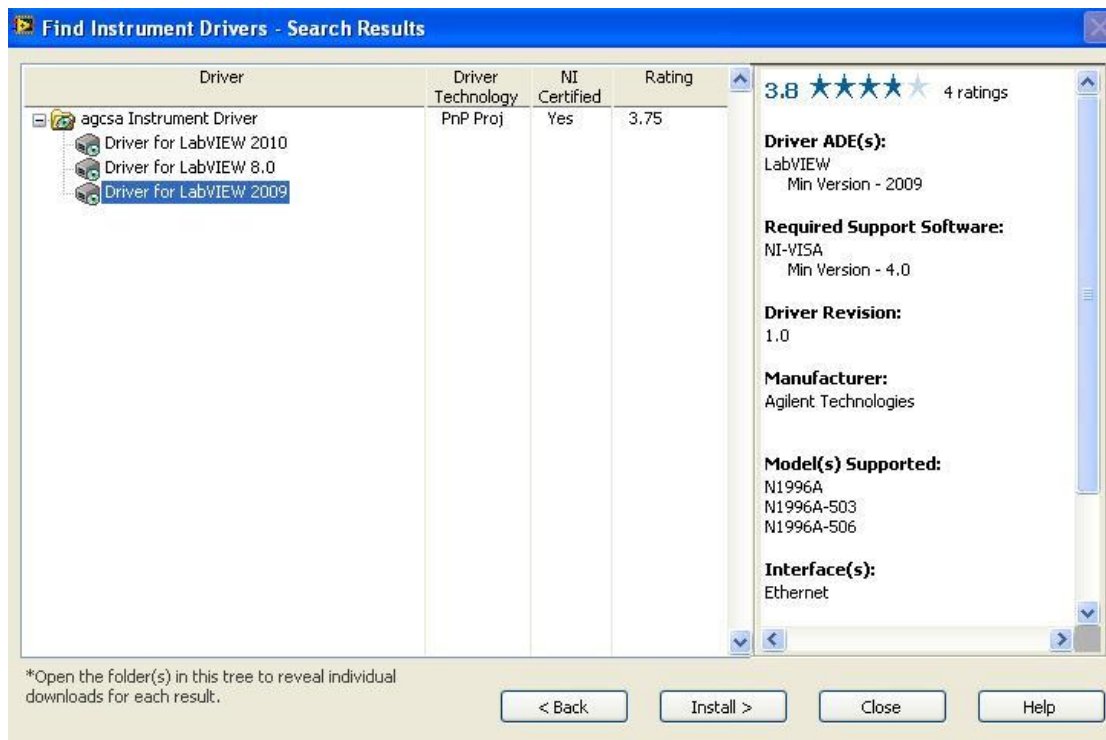
Tools → Instrumentation → Find Instrument Drivers

Στην αριστερή πλευρά της επιφάνειας διαλόγου “Find Instrument Drivers-Configure Search”, που ανοίγει, βλέπουμε δύο φακέλους: ‘Connected Instruments’ και ‘Installed Instrument Drivers’. Ο φάκελος ‘Connected Instruments’ περιέχει τα όργανα με τα οποία είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής και τα οποία είναι σε λειτουργία τη συγκεκριμένη στιγμή. Ο φάκελος ‘Installed Instrument Drivers’ περιέχει όλους τους οδηγούς οργάνων οι οποίοι είναι ήδη εγκατεστημένοι στον υπολογιστή.

2. Αναπτύσσοντας το φάκελο ‘Connected Instruments’, εμφανίζεται, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα ανίχνευσης του συστήματος, το όργανο ‘N1996A’ μέσα στον υποφάκελλο ‘Agilent Technologies’ (βλ. Εικ. 15).
3. Κάνοντας διπλό κλικ πάνω στο όνομα του οργάνου, ‘N1996A’, εμφανίζονται τα σχετικά στοιχεία στις θέσεις ‘Manufacturer’ (Κατασκευαστής) και ‘Additional Keywords’ (Επιπρόσθετες Λέξεις Κλειδιά). Θεωρώντας ότι ο υπολογιστής είναι συνδεδεμένος στο διαδίκτυο, πατάμε ‘Search >’.
4. Το εργαλείο αυτό ψάχνει στο IDNet να βρει τον οδηγό του συγκεκριμένου οργάνου. Μετά από αναζήτηση, στον πίνακα ‘Find Instrument Drivers-Search Results’ (Εικ. 16), εμφανίζονται όλες οι διαθέσιμες εκδόσεις οδηγών του οργάνου στο Lab VIEW.
5. Επιλέγουμε ‘Driver for Lab VIEW 2009’ (ή όποια άλλη έκδοση του προγράμματος διαθέτει ο υπολογιστής μας) και πατάμε ‘Install >’.



Εικόνα 15



Εικόνα 16



Εικόνα 17

Όταν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση, στον πίνακα 'Instrument Driver Installation' (Εικ. 17), μαζί με την επιβεβαίωση "Installation successful", δίνεται το όνομα και η διαδρομή του φακέλου του οδηγού του οργάνου. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα της Εικ. 17, ο οδηγός έχει εγκατασταθεί στο φάκελο 'Instr.lib' με το όνομα "Agilent CSA Series". Τα εικονικά όργανα, που περιέχει ο φάκελος "Agilent CSA Series" είναι προσβάσιμος μέσω της διαδρομής

C:\Program Files\National Instrument\LabVIEW 2009\instr.lib\Agilent CSA Series.

Ας σημειωθεί ότι το πρόγραμμα Lab VIEW διαθέτει τον ιδιαίτερο φάκελο "Instr.lib" στον οποίο εγκαθιστά όλους του οδηγούς οργάνων και συσκευών.

Άπαξ και ένας οδηγός έχει εγκατασταθεί, μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στο φάκελό του με τους παρακάτω τρόπους:

- Από τη διαδρομή C:\Program Files\National Instrument\LabVIEW 2009\instr.lib\Agilent CSA Series
- Μέσα από το δομικό διάγραμμα του Lab VIEW από την παλέττα 'Instrument I/O': Functions → Instrument I/O → Instrument Drivers → Agilent CSA Series.
- Από την αρχική επιφάνεια 'Getting Started' του Lab VIEW, ακολουθώντας τη διαδρομή: Find Examples → Hardware Input and Output → Instrument Drivers → Lab VIEW Plug and Play

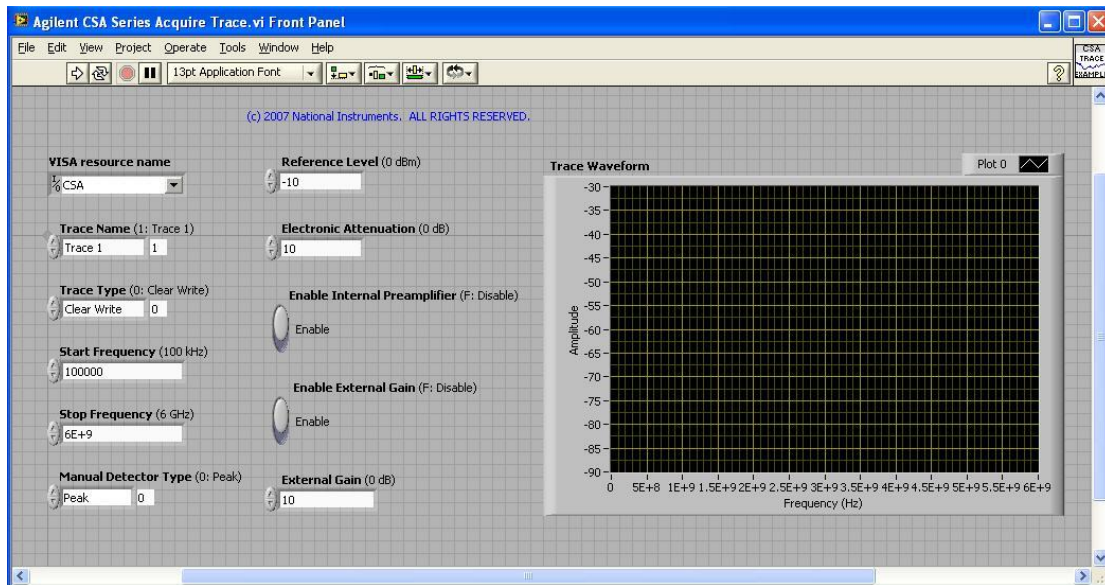
5.3 Το παράδειγμα 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi'

Σ'αυτήν την παράγραφο θα χρησιμοποιήσουμε το εικονικό όργανο 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi' για να δώσουμε το παράδειγμα της λειτουργίας ενός οργάνου μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή με σύνδεση Ethernet. Το 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi' είναι ένα από τα έτοιμα παραδείγματα (Examples) που περιλαμβάνει ο οδηγός Lab VIEW του Αναλυτή Φάσματος Agilent Technologies N1996A. Με το vi αυτό μετράμε το φάσμα συχνοτήτων της Η/Μ ακτινοβολίας μέχρι 6 GHz. Για την ανίχνευση της Η/Μ ακτινοβολίας, ο Αναλυτής Φάσματος N1996A διαθέτει κατάλληλο κεραία συνδεδεμένη στην είσοδό του.

Βρίσκουμε το παράδειγμα 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi' από την αρχική επιφάνεια 'Getting Started' του Lab VIEW, ακολουθώντας τη διαδρομή

Find Examples → Hardware Input and Output → Instrument Drivers → Lab VIEW Plug and Play

Στις Εικ. 18 και 19 βλέπουμε η εμπρόσθια επιφάνεια και το δομικό διάγραμμα, αντίστοιχα, του 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi'.



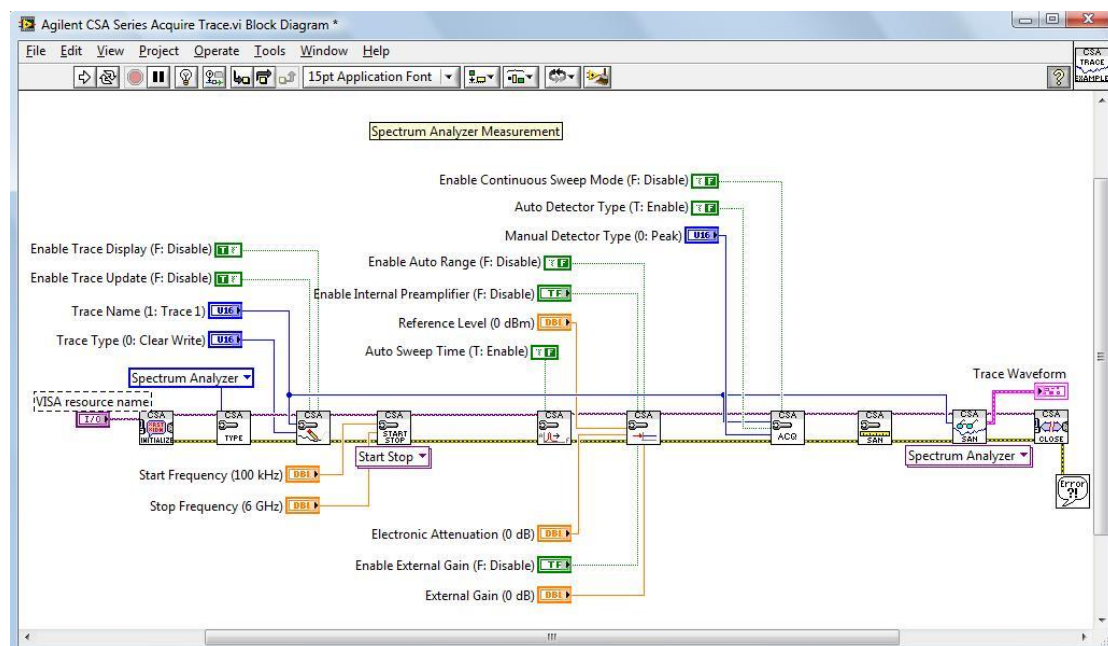
Εικόνα 18

Εφαρμογή 1η: Μέτρηση του φάσματος ραδιοφωνικών συχνοτήτων (RF Spectrum). Καταγραφή των συχνοτήτων των ραδιοφωνικών σταθμών

Με την εφαρμογή αυτή θα μετρήσουμε και θα καταγράψουμε τις συχνότητες όλων των ραδιοφωνικών σταθμών που εκπέμπουν στην ευρύτερη περιοχή της μέτρησης (Κοζάνη). Είναι γνωστό ότι το φάσμα των ραδιοφωνικών συχνοτήτων εκτείνεται από τα 77 MHz ως τα 108 MHz.

Στην εμπρόσθια επιφάνεια της Εικ. 19, κάνουμε τις ακόλουθες ρυθμίσεις:

- Από το μενού του διακόπτη ελέγχου 'Visa resource name', επιλέγουμε τον αναλυτή φάσματος με το όνομα 'CSA_Spectrum_Analyser' που του δώσαμε μέσα από το MAX (βλ. Εικ. 11).
- Στο διακόπτη ελέγχου 'Start Frequency (100 kHz)' πληκτρολογούμε την τιμή 77000000 ή 77E+6, δηλαδή 77 MHz. Με το διακόπτη αυτόν ρυθμίζουμε την αρχή του φάσματος συχνοτήτων που θέλουμε να μετρήσει το όργανο.
- Στο διακόπτη ελέγχου 'Stop Frequency (6 GHz)' πληκτρολογούμε την τιμή 108000000 ή 108E+6, δηλαδή 108 MHz. Με το διακόπτη αυτόν ρυθμίζουμε το τέλος του φάσματος συχνοτήτων που θέλουμε να μετρήσει το όργανο.
- Από το μενού του διακόπτη ελέγχου 'Manual Detector Type (0: Peak)' επιλέγουμε 'Peak'. Με την επιλογή αυτή, σε κάθε διάστημα συχνοτήτων της γραφικής παράστασης του φάσματος 'Trace Waveform' θα εμφανίζεται η μεγαλύτερη τιμή πλάτους.
- Τέλος, στο δείκτη (indicator) 'Trace Waveform' θα εμφανιστεί το ζητούμενο φάσμα των ραδιοφωνικών συχνοτήτων. Προφανώς, κάθε κορυφή του φάσματος αυτού θα αντιστοιχεί σε έναν διαφορετικό ραδιοφωνικό σταθμό. Από το ύψος της κάθε κορυφής, μπορείτε να συμπεράνετε για την ένταση του σήματος του αντίστοιχου



Εικόνα 19

ραδιοφωνικού σταθμού.

- Αποθηκεύστε την εμπρόσθια επιφάνεια του 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi' με το όνομα 'Kozani Radio Stations' με την ακολουθία

File → Save As → στο μενού επιλέγουμε 'Substitute copy for original' και πατάμε 'Continue' → στη θέση 'File Name' πληκτρολογούμε 'Kozani Radio Stations'.

Εκτελούμε τη μέτρηση πατώντας το κουμπί 'Run' στην οριζόντια μπάρα εργαλείων.

Μετά το τέλος της μέτρησης, κάνετε σε ένα χαρτί μια λίστα με τις συχνότητες των κορυφών του φάσματος στο δείκτη 'Trace Waveform'. Με τη βοήθεια του ραδιφώνου, που πιθανότατα διαθέτει το κινητό σας τηλέφωνο, μπορείτε να ελέγξετε ποιός σταθμός αντιστοιχεί στην κάθε συχνότητα της λίστας.

Εφαρμογή 2η: Μέτρηση του φάσματος κινητής τηλεφωνίας. Καταγραφή των συχνοτήτων των δικτύων κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα.

Με την εφαρμογή αυτή θα μετρήσουμε τις συχνότητες στις οποίες εκπέμπουν τα κινητά μας τηλέφωνα. Είναι γνωστό ότι στην Ελλάδα λειτουργούν τρία δίκτυα κινητής τηλεφωνίας (COSMOTE, WIND και VODAFONE) οι οποίες χρησιμοποιούν συστήματα τόσο δεύτερης γενιάς (2G) όσο και δίκτυα τρίτης γενιάς (3G). Τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα χρησιμοποιούν ζώνες συχνοτήτων πέρι τα 900 MHz, 1800 MHz, και 2100 MHz. Ο Πίνακας 1, παρακάτω, παρουσιάζει τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας στην Ελλάδα, το σύστημα που χρησιμοποιούν καθώς και το αντίστοιχο φάσμα συχνοτήτων (Πηγή: EETT – Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων

Πίνακας 1: Συχνότητες κινητής τηλεφωνίας (βλ. ιστοσελίδα EETT

http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EMR/health/BaseStationRdt/GRNetworks/)

ΕΤΑΙΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΦΑΣΜΑ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (MHz)
COSMOTE	2G	885 – 890 930 – 935 1760 – 1785 1855 – 1880
	3G	1950.3 – 1965.3 2140.3 – 2155.3 1905.1 – 1910.1
WIND	2G	890 - 900 935 – 945 1730 – 1745 1825 – 1840
	3G	1940.3–1950.3 2130.3–2140.3 1910.1 – 1915.1
VODAFONE	2G	900 - 915 945 – 960 1745 – 1760

	3G	1840 – 1855
		1920.3–1940.3
		2110.3–2130.3
		915.1 – 1920.1

Με βάση τον Πίνακα 1, κάνουμε τις ακόλουθες ρυθμίσεις στην εμπρόσθια επιφάνεια της Εικ. 19,:

- Από το μενού του διακόπτη ελέγχου 'Visa resource name', έχουμε επιλέξει 'CSA_Spectrum_Analyser'.
- Στο διακόπτη ελέγχου 'Start Frequency (100 kHz)' πληκτρολογούμε την τιμή 800000000 ή 80E+6, δηλαδή 800 MHz που αντιστοιχεί στην αρχή του φάσματος συχνοτήτων που θέλουμε να μετρήσει το όργανο. Την αρχή αυτή την τοποθετούμε λίγο κάτω από τα 885 MHz, την κατώτερη συχνότητα της κινητής τηλεφωνίας.
- Στο διακόπτη ελέγχου 'Stop Frequency (6 GHz)' πληκτρολογούμε την τιμή 2200000000 ή 22E+8, δηλαδή 2.2 GHz. που αντιστοιχεί στο τέλος του φάσματος συχνοτήτων που θέλουμε να μετρήσει το όργανο. Το τέλος αυτό το τοποθετούμε λίγο πάνω από τα 2.14 GHz, την ανώτερη συχνότητα της κινητής τηλεφωνίας.
- Αποθηκεύστε την εμπρόσθια επιφάνεια του 'Agilent CSA Series Acquire Trace.vi' με το όνομα 'GSM' (τα αρχικά του Global System for Mobile Communications) με την ακολουθία

File → Save As → στο μενού επιλέγουμε 'Substitute copy for original' και πατάμε 'Continue' → στη θέση 'File Name' πληκτρολογούμε 'Kozani Radio Stations'.

Εκτελούμε τη μέτρηση πατώντας το κουμπί 'Run' στην οριζόντια μπάρα εργαλείων. Χρησιμοποιήστε κλίσεις από τα κινητά σας τηλέφωνα για να παρατηρήσετε τη συχνότητα στην οποία εκπέμπουν.