

Συστήματα SCADA

Μέρος 3^α

Εισαγωγή στη Λήψη Δεδομένων (DAQ)

- Προσθήκη αναλογικών εισόδων σε ένα εικονικό όργανο
- Το παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi”

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Γενικά για τη Λήψη Δεδομένων
- Αισθητήρες
- Σήματα
 - Αναλογικά Σήματα
 - Ψηφιακά Σήματα
- Επεξεργασία Σήματος
- Συσκευές για τη λήψη δεδομένων (Data Acquisition – DAQ)
- Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων και Εξόδων σε ένα Εικονικό Όργανο
 - Μέτρηση απόστασης με χρήση αισθητήρα υπερήχων: Το Παράδειγμα του **“Liquid Level Measurement.vi”**
 - Μέτρηση και έλεγχος θερμοκρασίας με χρήση ενός αισθητήρα θερμοκρασίας LM35 και ενός μικρού DC ανεμιστήρα – Το Παράδειγμα του Εικονικού Οργάνου **“Temp Monitoring & Fan Control.vi”**.
 - Μέτρηση Θερμοκρασίας και Σχετικής Υγρασίας με Χρήση Μεταδότη 4-20mA: Το Παράδειγμα του Εικονικού Οργάνου **“Temp&RH Acquisition&Graph. vi”**

Βασικό διάγραμμα ενός συστήματος λήψης δεδομένων βασισμένο σε Η/Υ



- **Πλεονεκτήματα:** το ηλεκτρικό σήμα του μετατροπέα μεταβιβάζεται απ'ευθείας στη συσκευή DAQ που είναι εγκατεστημένη στο PC.
- **Μειονεκτήματα:**
 - περιορισμός στην απόσταση μεταφοράς του σήματος, λόγω των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών,
 - ανεπιθύμητα μεγάλος αριθμός καλωδίων όταν συνδέουμε πολλούς αισθητήρες σε μια κάρτα DAQ)

Γενικά για τη Λήψη Δεδομένων

Το στήσιμο ενός βασικού συστήματος DAQ προϋποθέτει την εξέταση των παρακάτω πέντε συνιστωσών:

1. Αισθητήρες
2. Σήματα
3. Επεξεργασία Σήματος
4. Συσκευή DAQ
5. Οδηγός και Λογισμικό Εφαρμογών

Αισθητήρες (Sensors)

- Ένας **Αισθητήρας** ή **μετατροπέας** είναι μια συσκευή που μετατρέπει ένα φυσικό φαινόμενο σε μετρήσιμο ηλεκτρικό σήμα (τάση ή ρεύμα).

Φαινόμενο	Μετατροπέας
Θερμοκρασία	Θερμοζεύγος, RTD, Θερμίστορ
Φως	Φωτοδίδος, Φωτοτρανζίστορ, Φωτοαντίσταση
Ήχος	Μικρόφωνο
Δύναμη και Πίεση	Μετρητής Μηχανικής Τάσης (Strain Gage) Πιεζοηλεκτρικό Στοιχείο
Θέση και Μετατόπιση	Ποτενσιόμετρο, LVDT, Οπτικός Κωδικοποιητής
Επιτάχυνση	Επιταχυνσιόμετρο
pH	Ηλεκτρόδιο pH

Σήματα (Signals)

- Αναλογικά
- Ψηφιακά

Αναλογικά Σήματα (Analog Signals)

- Ένα **αναλογικό σήμα** μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή κατά τη διάρκεια του χρόνου.

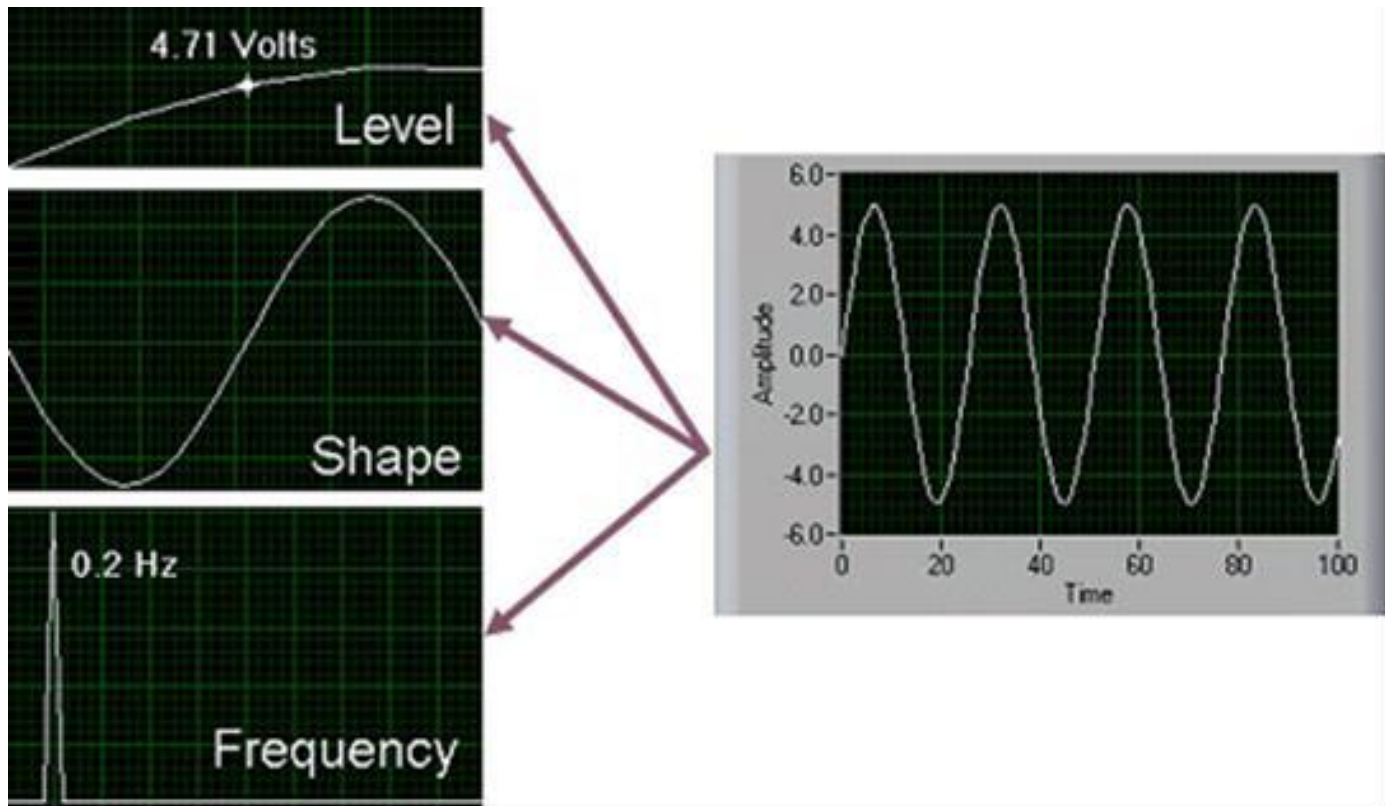
Παραδείγματα:

- τάση
- θερμοκρασία
- πίεση
- η ένταση του ήχου

Χαρακτηριστικά αναλογικών σημάτων

Τα τρία κύρια χαρακτηριστικά ενός αναλογικού σήματος είναι

- το **επίπεδο (Level)**,
- η **μορφή (Shape)** και
- η **συχνότητα (Frequency)** (χρειάζεται Μετασχηματισμός Fourier (Fourier transform).)



Ψηφιακά Σήματα (Digital Signals)

- Ένα ψηφιακό σήμα δεν μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή με το χρόνο.
- Αντιθέτως, ένα ψηφιακό σήμα έχει δύο δυνατά επίπεδα τιμών: **υψηλή** (high) και **χαμηλή** (low).

Παράδειγμα: σήματα TTL (transistor-to-transistor logic)

Κατάσταση Low: μεταξύ 0 - 0.8 V

Κατάσταση high: μεταξύ 2 - 5 V

Τα χαρακτηριστικά των ψηφιακών σημάτων

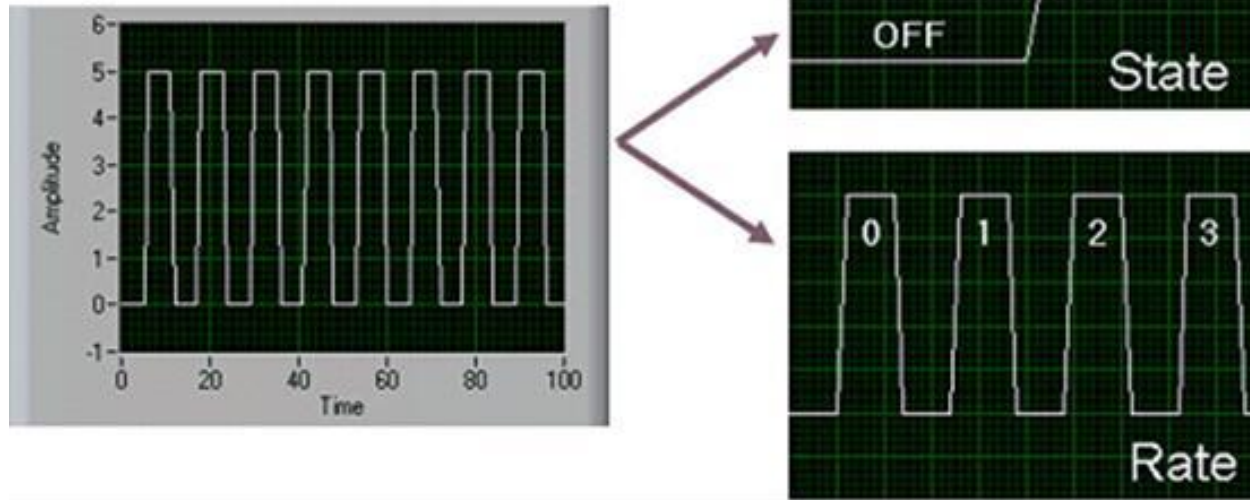
Τα δύο χαρακτηριστικά ενός ψηφιακού σήματος είναι:

- **Κατάσταση (state):** High-Low ή On-Off ή Υψηλή-Χαμηλή

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: η παρακολούθηση της κατάστασης ενός διακόπτη (ανοικτός ή κλειστός)

- **Ρυθμός (rate)**

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: παρακολούθηση ταχύτητας περιστροφής άξονα κινητήρα



Επεξεργασία Σήματος

(Signal Conditioning)

- Ενίσχυση (Amplification)
- Εξασθένηση (Attenuation)
- Απομόνωση (Isolation)
- Σύνδεση με Γέφυρα (Bridge completion)
- Ταυτόχρονη δειγματοληψία (Simultaneous sampling)
- Διέγερση Αισθητήρων (Sensor excitation)
- Πολυπλεξία (Multiplexing)

Συσκευές DAQ

(Data Acquisition Hardware)

Βασική λειτουργία: Να ψηφιοποιούν τα εισερχόμενα αναλογικά σήματα ώστε να τα καταλαβαίνει ο υπολογιστής

Βασικές λειτουργίες :

- **AI** (Analog Input): Είσοδος αναλογικού σήματος (-10...+10V)
- **AO** (Analog Output): Έξοδος αναλογικού σήματος (0...10V)
- **DI** (Digital Input): Είσοδος ψηφιακού σήματος
- **DO** (Digital Output): Έξοδος ψηφιακού σήματος
- **CTR** (Counter): Μετρητής (ή απαριθμητής)
- **PFI/O** (Programmable Function Inputs/Outputs)

Τύποι συσκευών DAQ της εταιρείας National Instruments

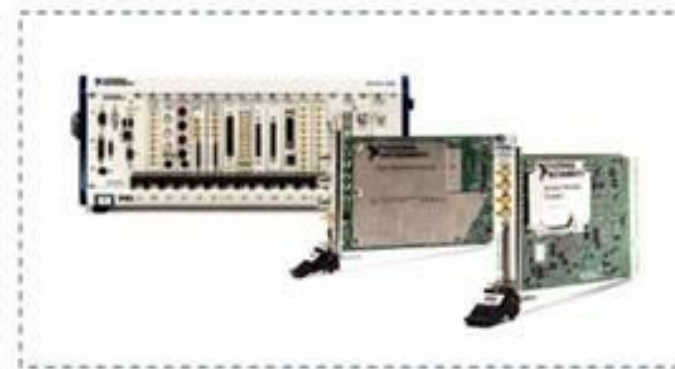
<http://www.ni.com/dataacquisition/>



Distributed



Desktop



PXI: Rugged and Modular



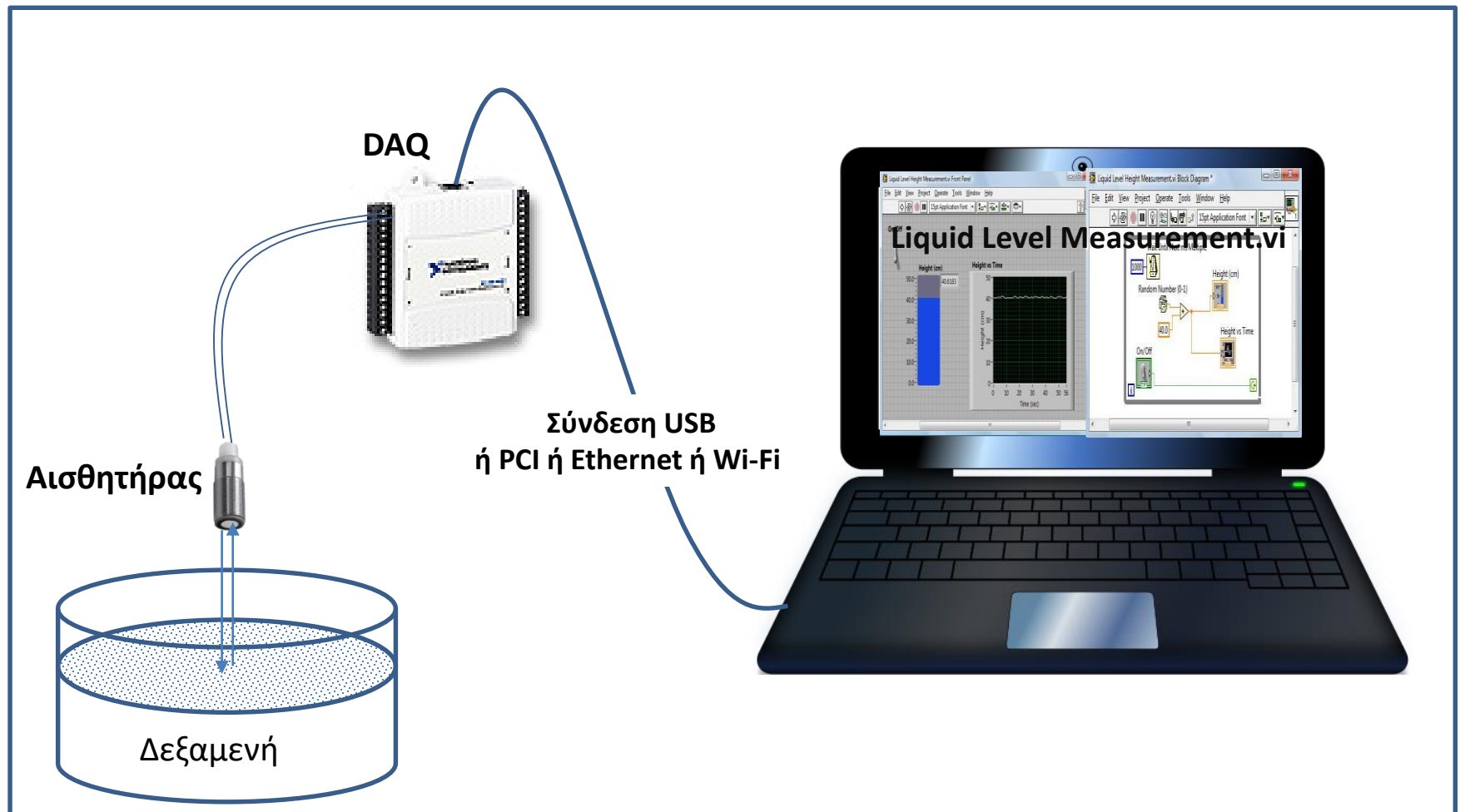
Portable

Wi-Fi



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi”

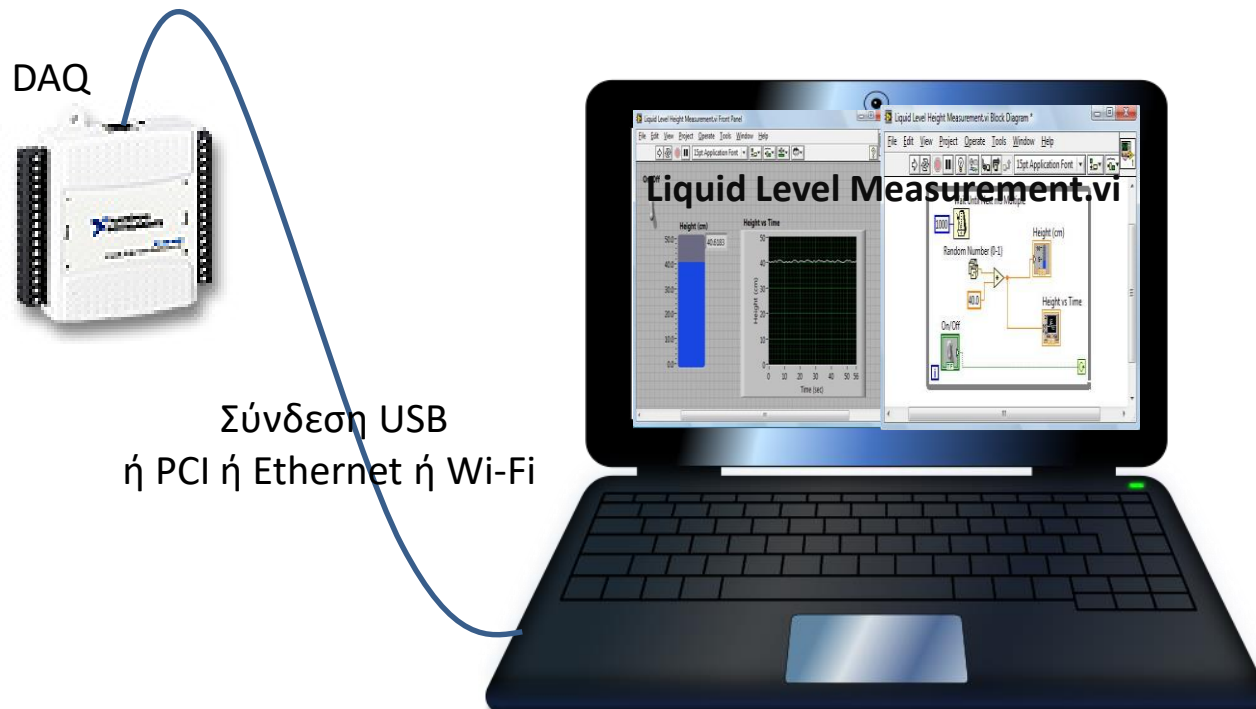
Η πλήρης διάταξη μέτρησης



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” ... συνέχεια

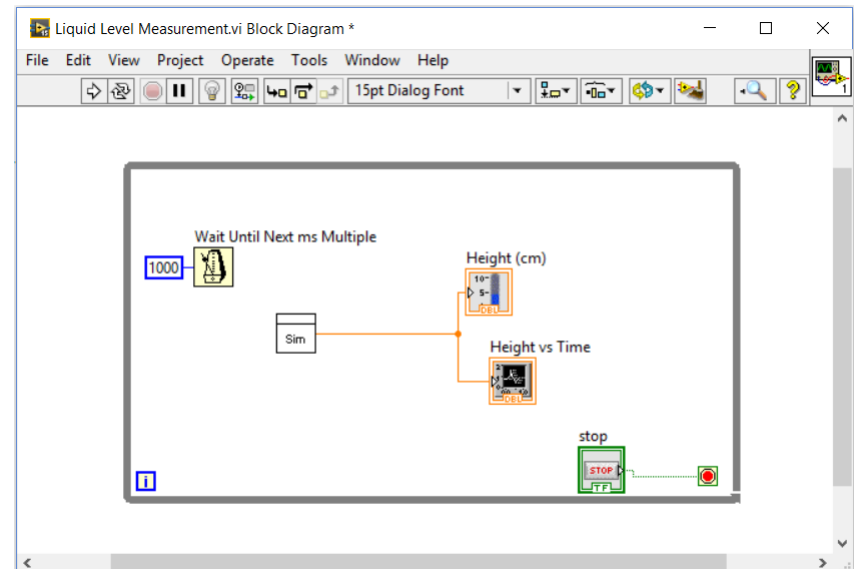
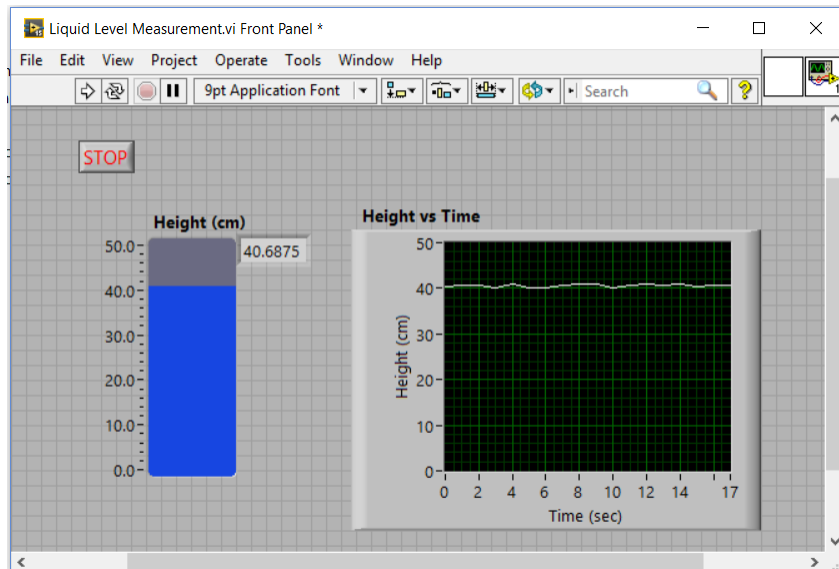
Βήμα 1: Σύνδεση κάρτας DAQ στον Η/Υ

(Ο Η/Υ έχει εγκατεστημένο το πρόγραμμα LabVIEW και τον οδηγό (driver) DAQmx)



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 2: Διαμόρφωση (τροποποίηση) του προγράμματος “Liquid Level Measurement.vi” που έχουμε ήδη κατασκευάσει.

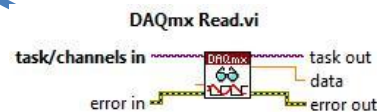
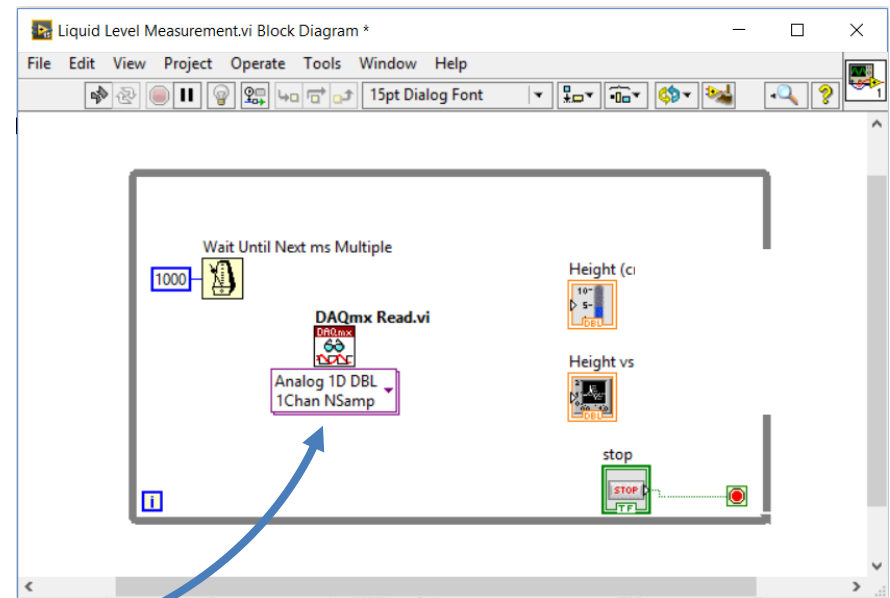
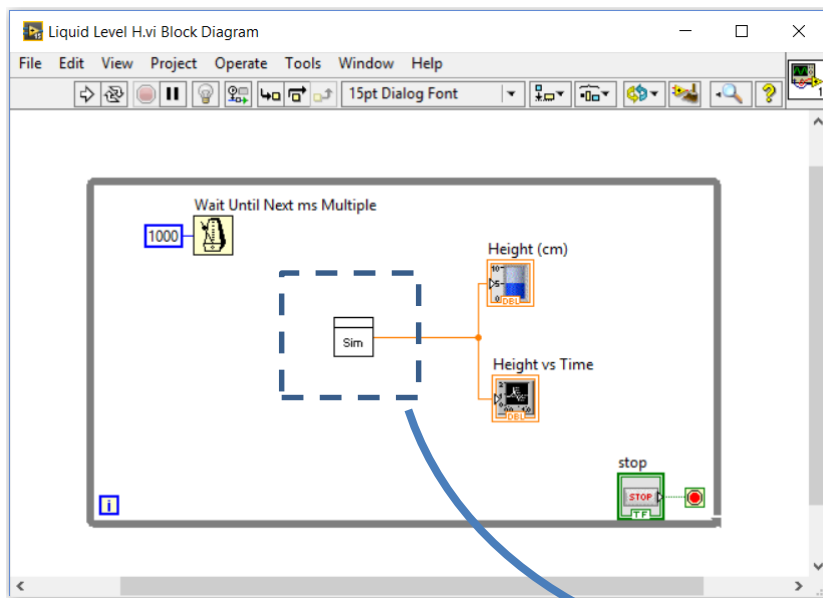


Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 2α: Η Χρήση της Επιφάνειας Προγραμματισμού DAQmx (DAQmx API)

Αντικατάσταση των εικονικών τιμών (ζάρι) με τη λειτουργία (function) “DAQmx Read.vi”

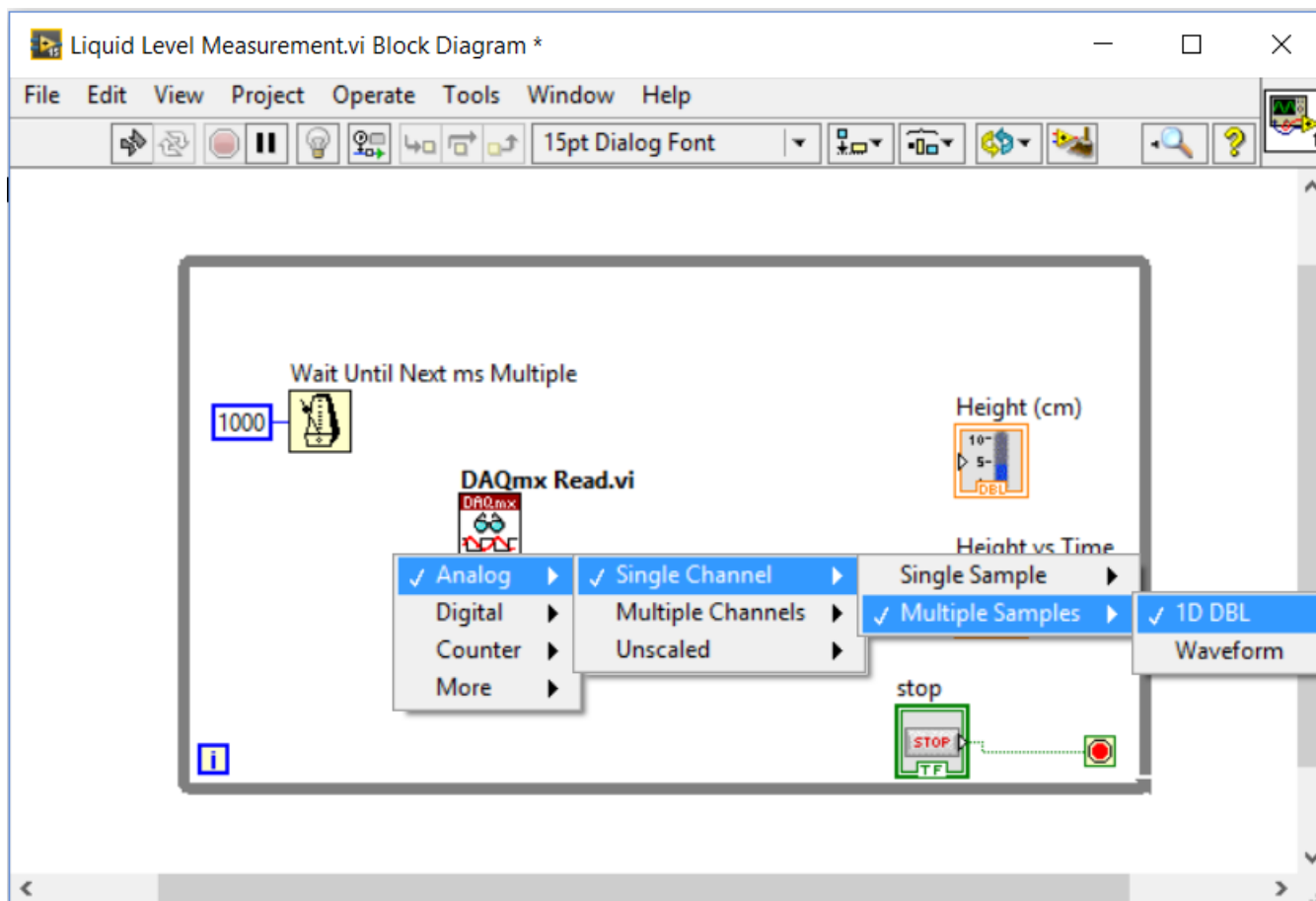
- Measurement I/O → NI-DAQmx → DAQmx Read.vi



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” ... συνέχεια

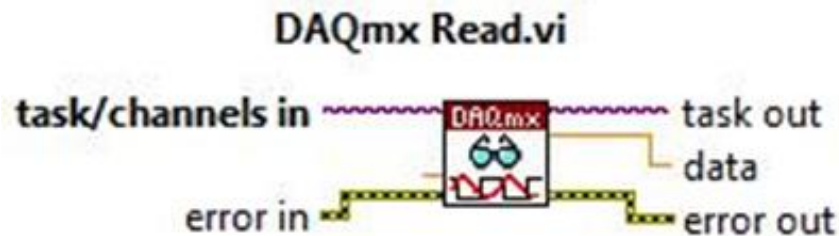
Βήμα 2β: Το “**DAQmx Read.vi**” είναι **πολυμορφικό** (polymorphic)

Επιλέγουμε “Analog” → “Single Channel” → “Multiple Samples” → “1D DBL”.



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 2β: Διαμόρφωση του “DAQmx Read.vi” . . .



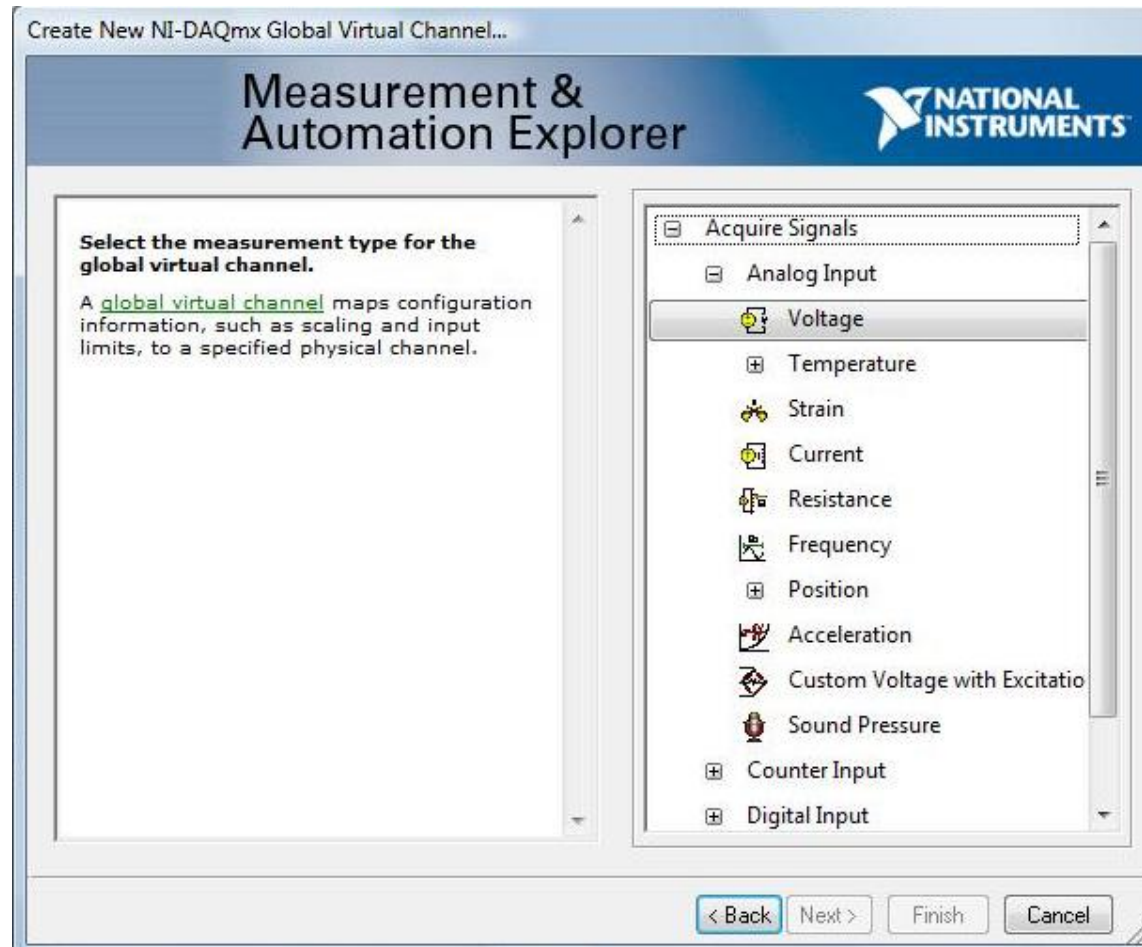
- Στον ακροδέκτη **task/channels in** κάνουμε δεξί κλικ
- Από το μενού, που εμφανίζεται, επιλέγουμε **Create Constant**.
- Κάνοντας αριστερό κλικ πάνω στο σύμβολο επιλογής I/O  επιλέγουμε

New NI-DAQms Task → MAX

Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

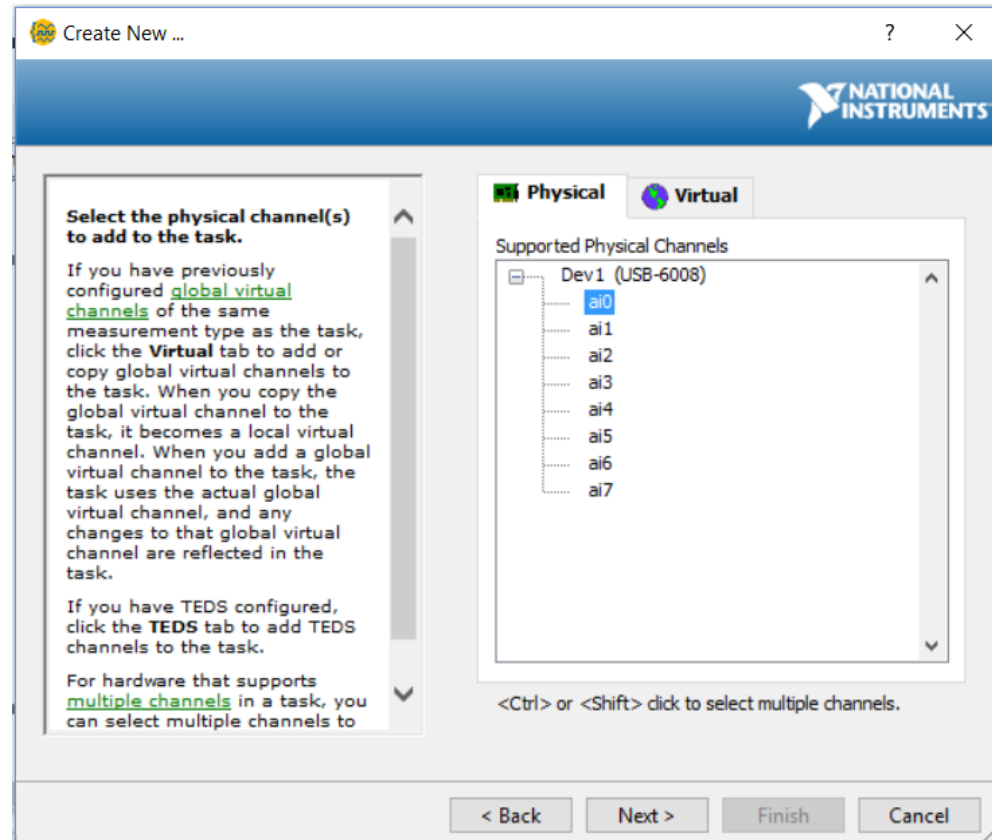
Μέσα στο **MAX** (**M**ea**s**urement & **A**utomation **E**xplorer) κάνουμε διαμόρφωση της Μέτρησης Αναλογικής Τάσης

- Επιλέγουμε **Acquire Signals** → **Analog Input** → **Voltage**



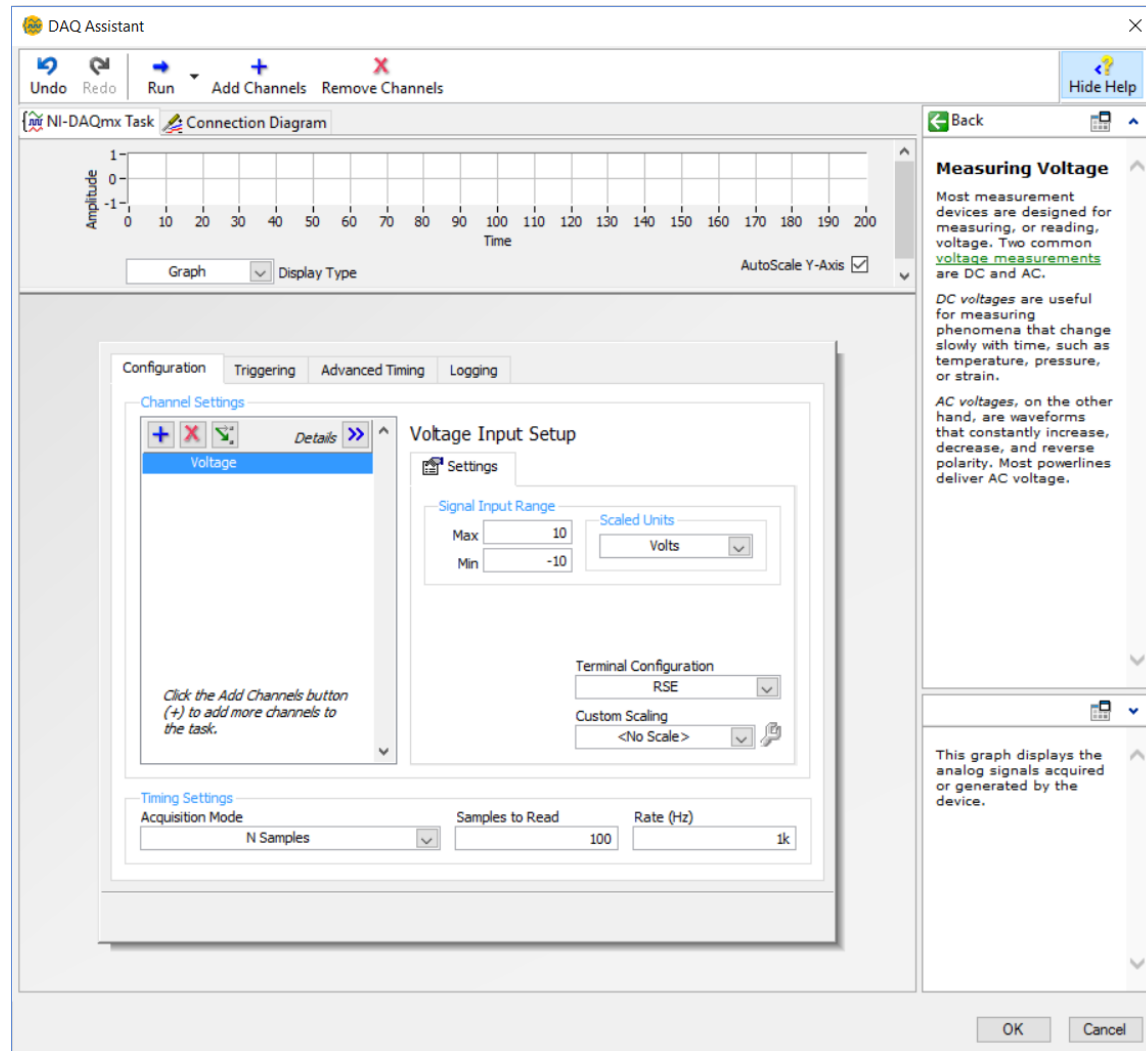
Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

- Επιλέξτε **ai0** ή οποιοδήποτε φυσικό κανάλι
Φυσικό κανάλι (**physical channel**) είναι ένας ακροδέκτης ή ακίδα στο οποίο μπορείτε να μετρήσετε ή να παράγετε ένα αναλογικό ή ψηφιακό σήμα.
- Κάνετε κλικ στο **Next** και εισάγετε ένα όνομα για το κανάλι ή αφήστε “**MyVoltageTask**”.
- Πατηστε **Finish**



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

- Στην καρτέλα ρυθμίσεων (**Configuration**), πληκτρολογήστε τη μέγιστη (**Max**) και την ελάχιστη (**Min**) τιμή τάσης που πρόκειται να μετρήσετε
 - Εδώ θα πρέπει να συμβουλευτείτε, από τον πίνακα χαρακτηριστικών του αισθητήρα, όπως δίνονται από τον κατασκευαστή, την κλίμακα τιμών της τάσης εξόδου του αισθητήρα.
 - Αν δεν έχετε αυτήν την πληροφορία, χρησιμοποιήστε τη μέγιστη κλίμακα τιμών που μπορεί να μετρήσει η κάρτα DAQ (π.χ., -10 ως +10 V ή -5 ως +5V).



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Ο αισθητήρας:

Ultrasonic sensor UB800-18GM40-U-V1 της εταιρείας PEPPERL+FUCHS



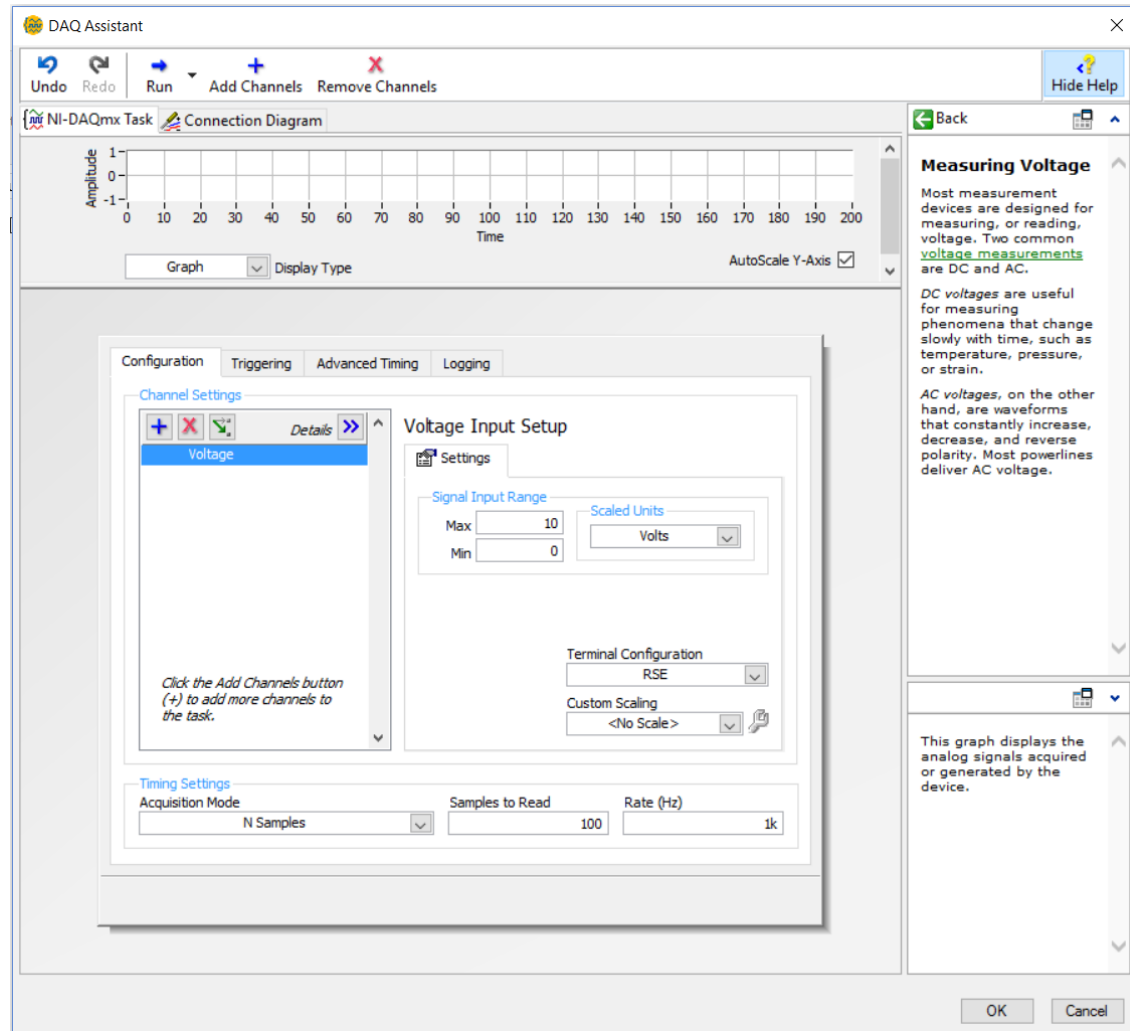
Τα κυριώτερα χαρακτηριστικά του αισθητήρα

General specifications	
Sensing range	50 ... 800 mm
Adjustment range	70 ... 800 mm
Dead band	0 ... 50 mm
Standard target plate	100 mm x 100 mm
Transducer frequency	approx. 255 kHz
Response delay	approx. 100 ms

Output	
Output type	1 analog output 0 ... 10 V
Default setting	evaluation limit A1: 70 mm evaluation limit A2: 800 mm
Resolution	0.4 mm at max. sensing range
Deviation of the characteristic curve	± 1 % of full-scale value
Repeat accuracy	± 0.5 % of full-scale value
Load impedance	> 1 kOhm
Temperature influence	± 1.5 % of full-scale value

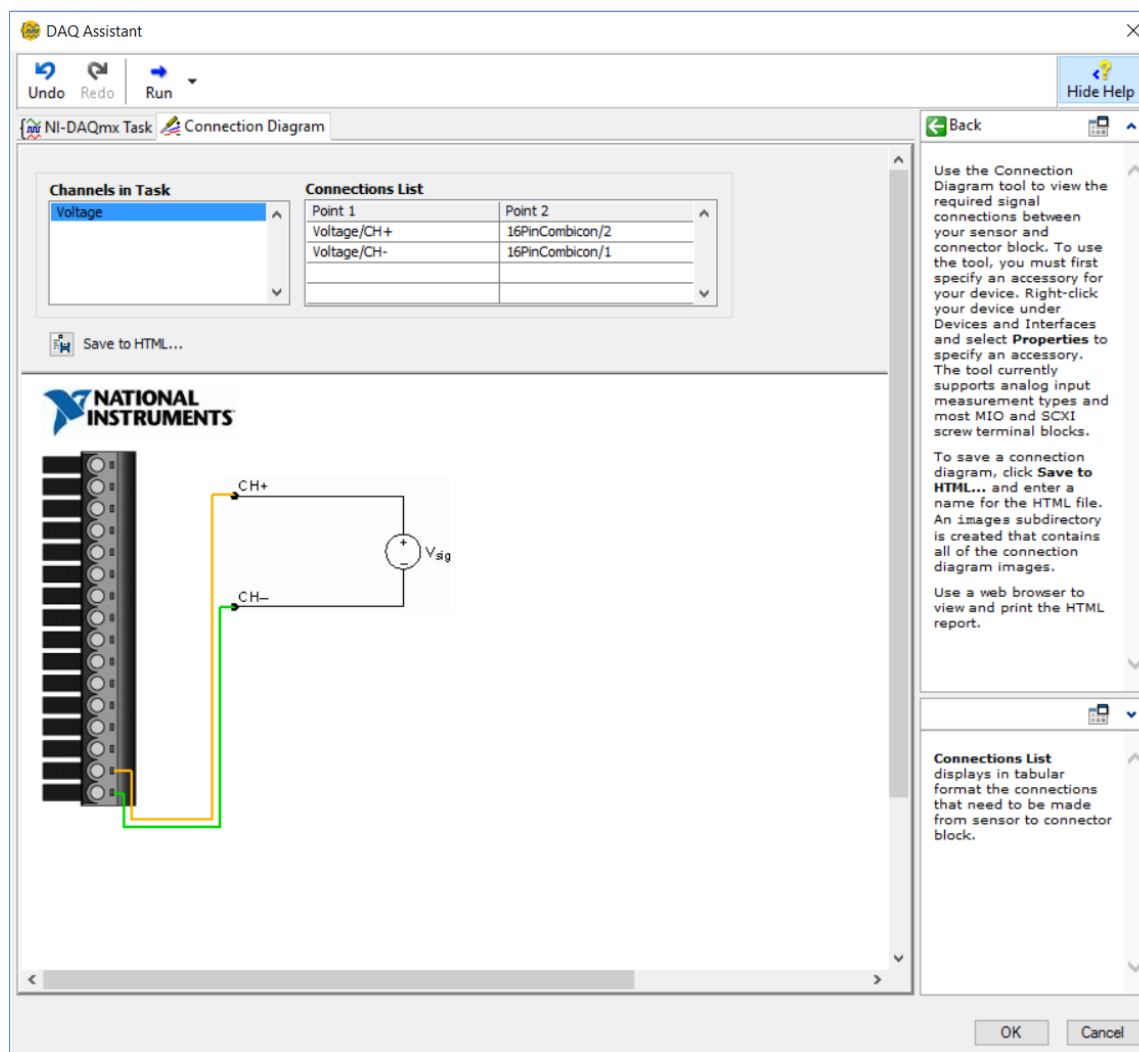
Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” ... συνέχεια

- Στη θέση **Terminal Configuration** επιλέγετε τον τρόπο σύνδεσης των ακροδεκτών (Differential, RSE, NRSE). Επιλέξτε “RSE”
- Στη θέση **Acquisition Mode** επιλέγετε
 - Στη θέση “**Rate (Hz)**”, τον ρυθμό (μετρήσεις/sec) με τον οποίο θα μετράει η κάρτα
 - Στη θέση “**Samples to Read**”, αριθμό των μετρήσεων που θα αποστέλλονται κάθε φορά από την κάρτα στον Η/Υ.



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

- Κάνετε κλικ στην καρτέλα **Connection Diagram**
 - Στην εικόνα εμφανίζεται λεπτομερώς ο τρόπος σύνδεσης του σήματος στην κάρτα DAQ.

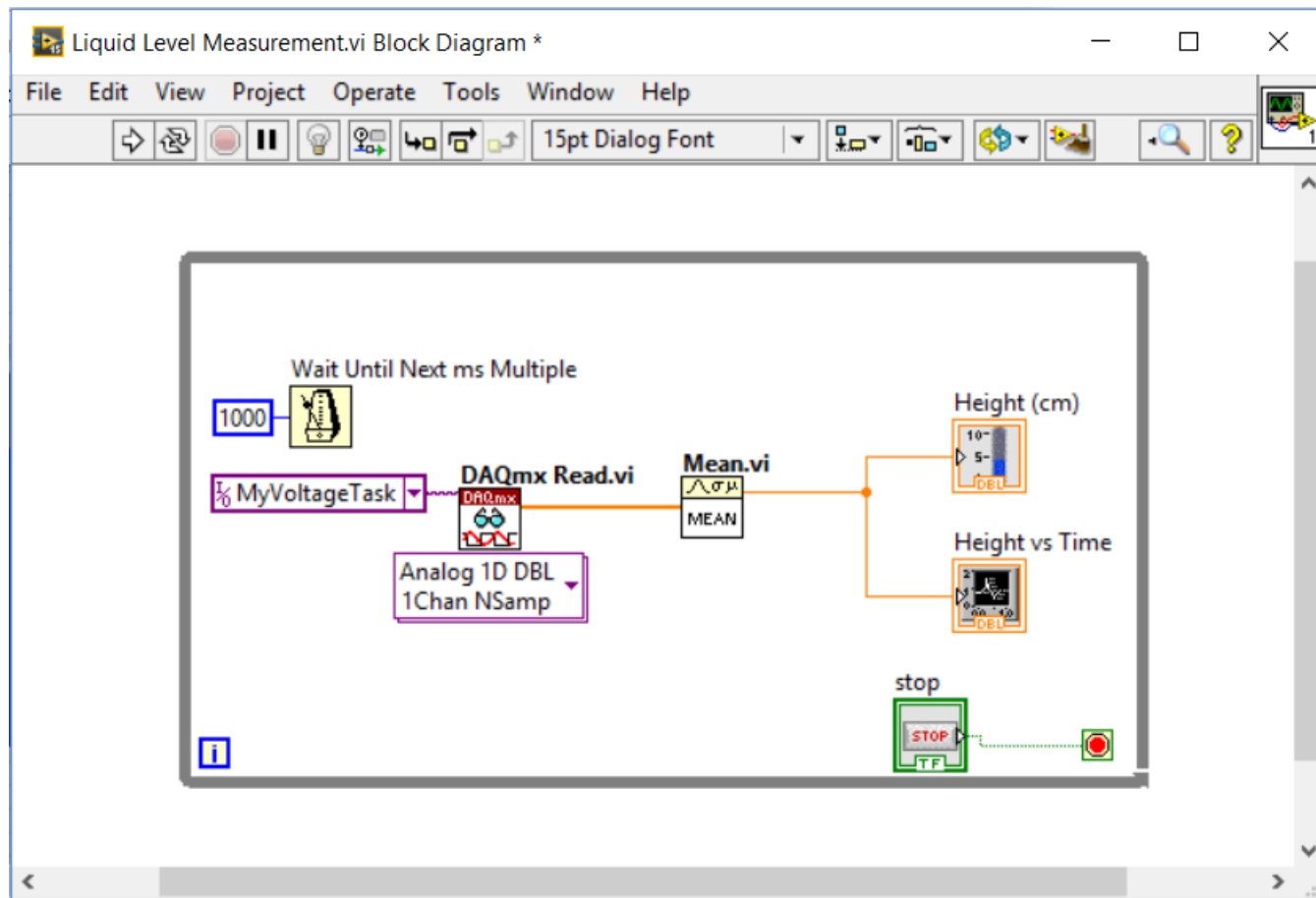


Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 2γ: Η έξοδος “data” του “DAQmx Read.vi” είναι ένα σύνολο (Array) N τιμών (N Samples) σύμφωνα με την επιλογή που κάναμε στο προηγούμενο βήμα 2β.

Παίρνουμε τη μέση τιμή των τιμών αυτών επιλέγοντας τη λειτουργία “Mean.vi”.

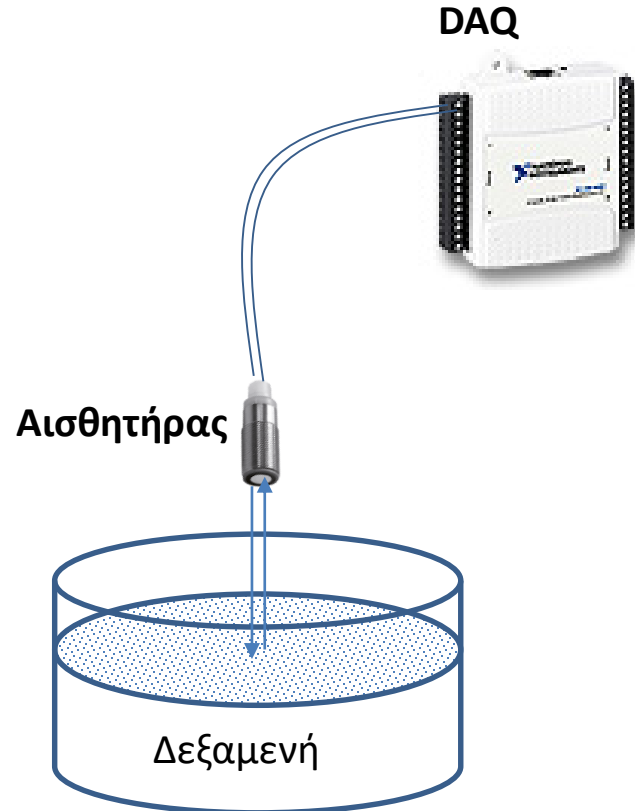
- Στην παλέτα “Functions” επιλέγουμε “Mathematics” → “Probability & Statistics” → “Mean.vi”.



Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 3: Σύνδεση του αισθητήρα υπερήχων στην κάρτα DAQ

Εδώ θα πρέπει να συμβουλευτούμε πάλι το ‘User Manual’ του αισθητήρα, όπως δίνεται από τον κατασκευαστή, για τον τρόπο σύνδεσμολογίας, τροφοδοσίας, κ.λπ.



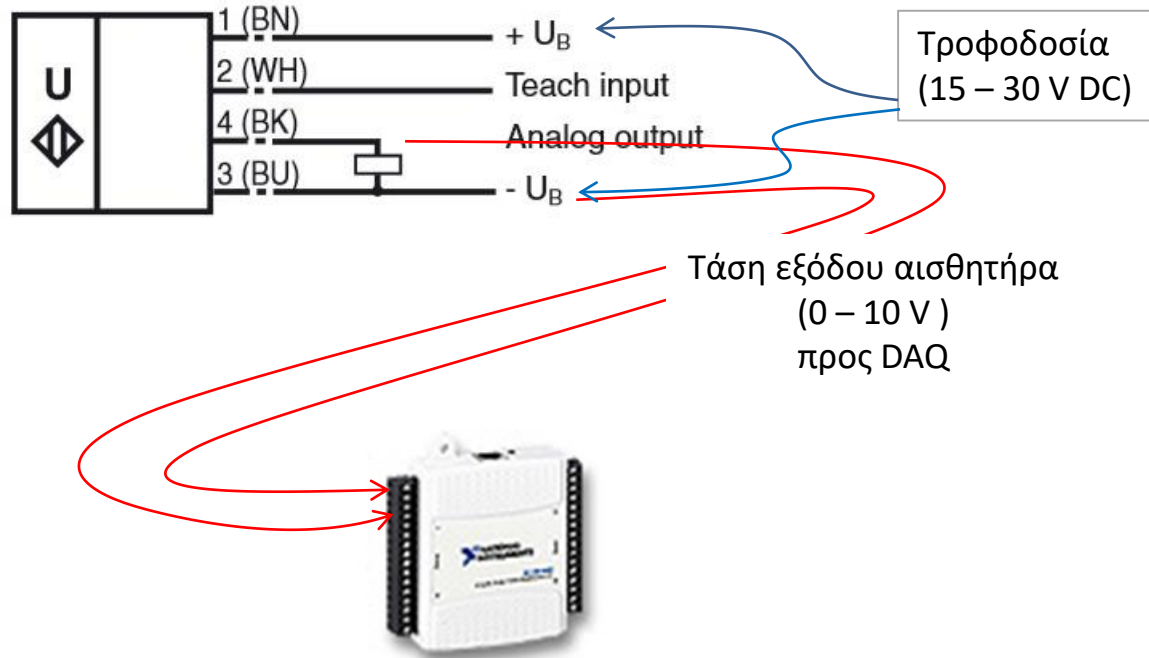
Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Η συνδεσμολογία του αισθητήρα

Ultrasonic sensor UB800-18GM40-U-V1 της εταιρείας PEPPERL+FUCHS

Electrical Connection

Standard symbol/Connections:
(version U)

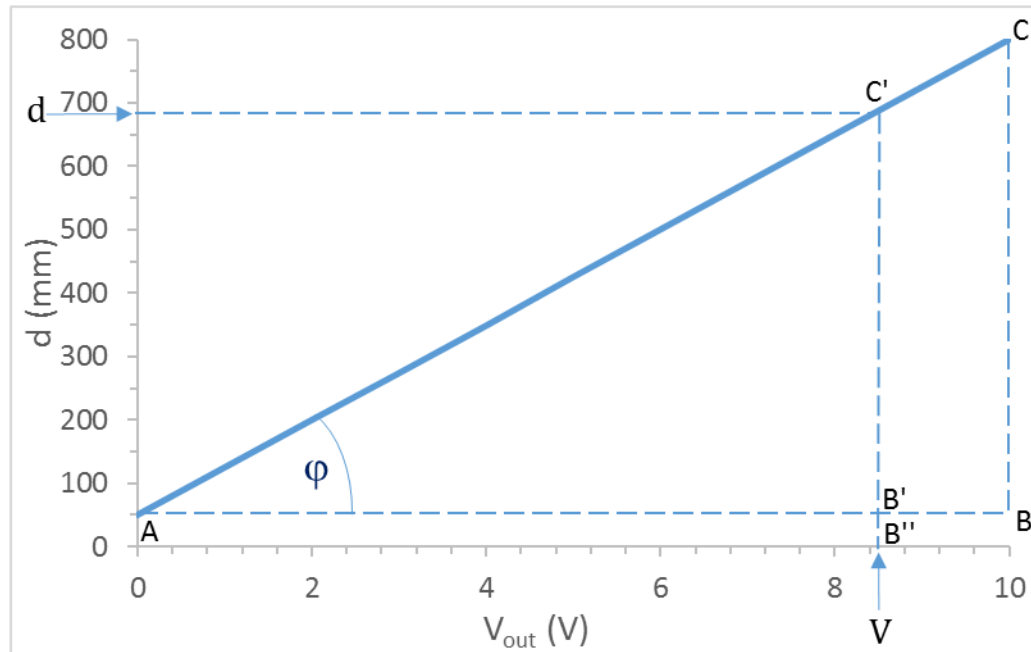


Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Βήμα 4: Τροποποίηση του Σύνδεση του “Liquid Level Measurement.vi” ώστε να μετατρέπει την τάση εξόδου του αισθητήρα σε απόσταση και να εμφανίζει την ένδειξη της στάθμης σε μονάδες μήκους (m, cm ή mm)

- Ανατρέχουμε, για μια ακόμη φορά, στον πίνακα χαρακτηριστικών του αισθητήρα, όπως δίνονται από τον κατασκευαστή
- Αναζητούμε την κλίμακα τιμών της τάσης εξόδου (Output range) του αισθητήρα (0 – 10 V).
- Αναζητούμε την κλίμακα των μηκών (Sensing range ή Input range) που μπορεί να μετρήσει ο συγκεκριμένος αισθητήρας (50 mm ως 800 mm).
- Με βάση τις δύο παραπάνω πληροφορίες, υπολογίζουμε τη συνάρτηση μεταφοράς ή συντελεστή του αισθητήρα.

Υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς του αισθητήρα



Από την αναλογία των πλευρών των όμοιων τριγώνων ABC και AB'C, έχουμε

$$\frac{AB}{AB'} = \frac{BC}{B'C'}$$
$$\frac{10}{V} = \frac{800 - 50}{d - 50}$$
$$\frac{V}{10} = \frac{d - 50}{750}$$

$$75 \cdot V = d - 50 \Rightarrow \mathbf{d = 75 \cdot V + 50}$$

Προσθήκη Αναλογικών Εισόδων σε ένα Εικονικό Όργανο – Το Παράδειγμα του “Liquid Level Measurement.vi” . . . συνέχεια

Τελική μορφή του “Liquid Level Measurement.vi”

- Το ρολοί “Wait Until Next ms Multiple” αφαιρείται σύμφωνα με τη διαμόρφωση “N Samples” που κάναμε μέσω του MAX

