

Piattaforma di Test e Controllo METIS

Dati Tecnici

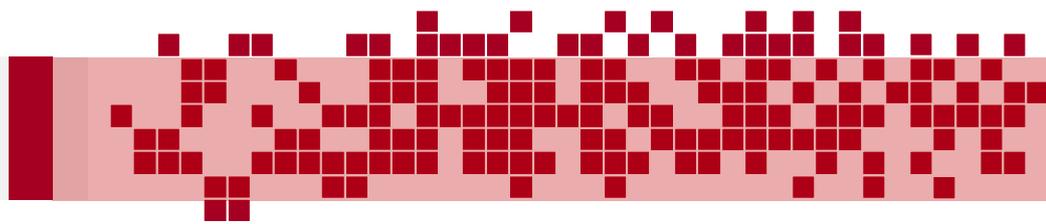


La piattaforma METIS fa parte delle soluzioni di test e sviluppo



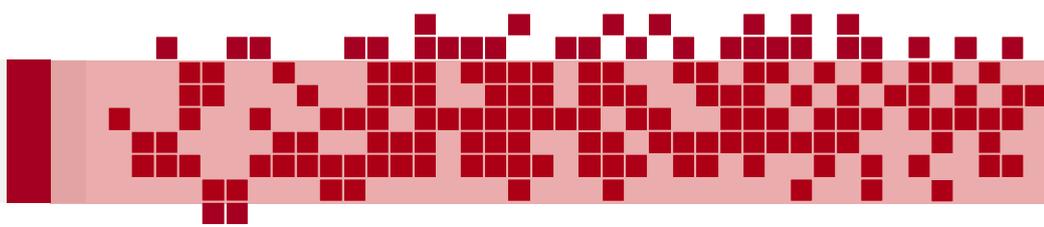
Revisioni del documento:

Revisione	Descrizione	Data	Autore
0	Prima emissione	09/09/2024	L. Martini

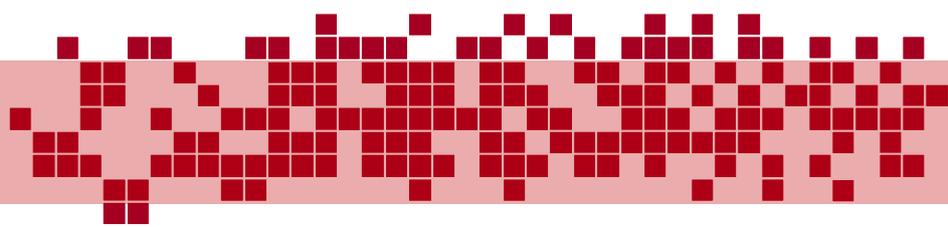


Sommario

1.	Caratteristiche della piattaforma METIS	4
2.	Struttura e caratteristiche meccaniche	6
3.	Connessioni	7
4.	Modelli.....	9
	MT100ANE0	9
	MT110MLT41E0	10
	MTD120DAR2	11
	MTD130DAG1	11
5.	Parametri Operativi	13
6.	Caratteristiche elettriche generali I/O	14
5.1	Ingressi digitali non isolati	14
5.2	Ingressi digitali isolati.....	15
5.3	Uscite digitali high-side	16
5.4	Ingressi analogici Single-Ended (SE)	17
5.5	Ingressi analogici differenziali	18
5.6	Generatori di segnali PWM	18
5.7	Uscite a relays.....	19
5.8	Uscite analogiche (DAC).....	19
7.	Pannello Frontale.....	20
8.	Altre funzioni.....	22
7.1	Multiplexing	22
7.2	Comparatori e visualizzazione di zone di validità	22
9.	Alimentazione	23
10.	Scheda / modulo CPU	24



9.1	Scheda Arduino (Mega) Due	25
9.2	Scheda Arduino Giga R1 WiFi	26
9.3	Scheda di adattamento BD23007	27
9.4	Scheda CircuitPro LT41 (LT4x)	28
9.5	Scheda CircuitPro LT71 (LT7x)	31
9.6	Schede ST NUCLEO-64	34
9.7	Schede Custom.....	39
10.	Espansioni	40
11.	Il software METIS-LAB	41

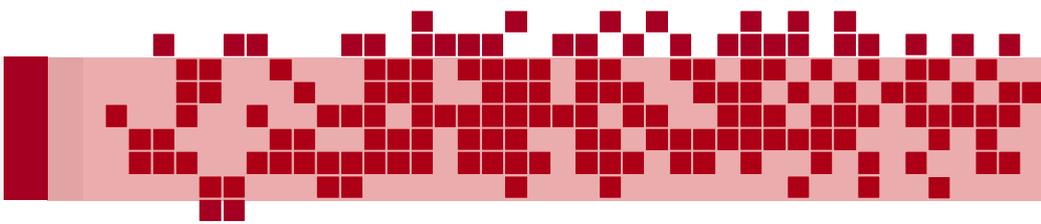


1. Caratteristiche della piattaforma METIS

La linea di macchine **METIS** si basa su una piattaforma comune con un ricco set di ingressi e uscite analogiche e digitali, oltre alla gestione di segnali PWM, comparatori a finestra, relays di potenza e possibilità di comandi diretti o remoti. La piattaforma è pensata per dare origine a macchine compatte (per utilizzo su un banco di lavoro o di ufficio), sicure ed economiche che possono essere utilizzate come apparecchiature di test, sistemi di controllo o avere anche funzione di “laboratorio di sviluppo”, tramite l’acquisizione analogica-digitale e la generazione di segnali di vario tipo. Nel caso di un sistema di test, la macchina rimane separata dalla stazione di collaudo dove viene installato il DUT in condizioni di sicurezza, collegato poi alla macchina METIS. La linea METIS offre caratteristiche di configurabilità che rendono possibile originare differenti modelli di macchina, per aggiunta o sostituzione di una scheda elettronica, per aggiunta di espansioni interne o semplicemente per riconfigurazione dei percorsi dei segnali. Ciò rende la progettazione di una nuova macchina veloce e poco costosa, in quanto basata su piattaforma esistente e già testata. La configurabilità è di tipo statico (cioè non viene effettuata attraverso una matrice di connessioni modificabili dinamicamente via software) ed è determinata al montaggio dello specifico modello di macchina, tramite schede e cablaggi eventualmente dedicati, oltre a ponticelli a saldare e jumpers; è comunque possibile anche la riconfigurazione di una macchina esistente.

La piattaforma METIS è pensata per dare origine a quattro famiglie di modelli:

- **Macchine ANALOGICHE o MANUALI:** non includono CPU, dunque l’attivazione e l’acquisizione dei segnali viene effettuata dal pannello frontale di interfaccia utente (HMI). Disponibili nel formato *Standard*, offrono la possibilità di aggiungere schede o moduli di espansione.
- **Macchine MIXED-MODE:** offrono un pannello frontale come le macchine analogiche ma incorporano anche un modulo CPU per l’acquisizione di ingressi, l’attivazione di uscite e la comunicazione con un PC via ethernet o USB. Anche questi modelli sono in formato *Standard* e possono essere espansi.
- **Macchine DIGITALI:** prevedono l’utilizzo di un opportuno modulo CPU per applicazioni più complesse, controllo, automazione di test e connessione con una interfaccia esterna (HMI – SCADA). Non è previsto un pannello frontale articolato come nelle altre due famiglie.
- **Macchine DIGITALI DeskBrick:** Di dimensioni più compatte, sono di tipo digitale e prevedono l’utilizzo di un opportuno modulo CPU per applicazioni più complesse, controllo, automazione di test e connessione con una interfaccia esterna (HMI – SCADA). Il pannello frontale risulta molto semplice in quanto le macchine sono pensate per essere stabilmente collegate ad un PC e dunque ad una interfaccia software evoluta. Non presentano un pulsante di emergenza e non permettono l’alloggiamento di un modulo di espansione. E’ comunque presente un connettore di interblocco per l’inserimento della macchina in una safety chain.



La piattaforma è in grado di gestire numerosi segnali di I/O, non tutti disponibili su una stessa configurazione:

- 12 Ingressi Digitali 0-24V non isolati con possibile partizione di tensione
- 4 Ingressi Digitali 0-32V (max) optoisolati, configurabili NPN o PNP
- 2 gruppi di 4 Uscite Digitali high-side con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale. Il secondo gruppo di 4 uscite è pilotabile da pannello interfaccia operatore (HMI). Includono protezioni contro overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp.
- 10 Uscite Switch 0-15V o 0-24V da Pannello HMI (*macchine analogiche e mixed-mode*)
- 8 + 6 (multiplexati) Ingressi Analogici single ended 0-15V, con filtraggio e amplificazione non invertente (default gain = 1)
- 2 Ingressi Analogici differenziali 0-12V, con filtraggio e amplificazione differenziale (default gain = 1)
- 4 Uscite Analogiche 0-5V o 0-10V o 0-15V da potenziometri su Pannello HMI (*macchine analogiche e mixed-mode*)
- 2 Uscite Analogiche DAC 0-10V da modulo CPU (*macchine digitali e mixed-mode*)
- 2 coppie di segnali PWM complementari (0-15V) generati in hardware e con duty-cycle regolabile dai potenziometri 1 e 2 su Pannello HMI (*macchine analogiche e mixed-mode*)
- 6 switches NO a relay su 3 differenti linee COM (2 + 2 + 2 contatti da 250Vac/5A) di cui 2 pilotabili da pannello interfaccia operatore con led di attivazione.
- 2 uscite resistive a 3 terminali (**10 Kohm**) da potenziometri su Pannello HMI (emulazione di sensori resistivi, *macchine analogiche e mixed-mode*)
- **Interfaccia interna per modulo / scheda di espansione** con ulteriori 8 ingressi digitali multiplexati con quelli di base, bus I2C.

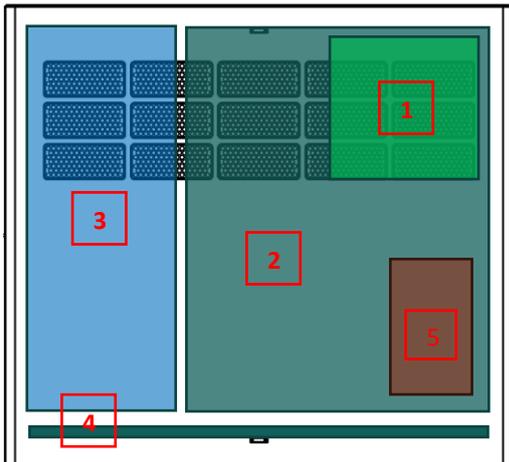
Tipo di segnale	Macchine analogiche	Macchine mixed-mode	Macchine digitali
Ingressi Analogici	8 + 6	8 + 6	8
Uscite analogiche (0 - 10V)	2	2	2
Uscite potenziometri (0 - 15V)	4	4	-
Uscite resistive 3 vie (potenziometri)	2	2	-
Ingressi digitali non isolati (0 – 24V)	12	12	12
Ingressi digitali isolati (0 – 32V)	4	4	4
Uscite digitali (0 – 32V, 350mA)	4	8	8
Uscite switches (0 – 15V o 0 – 24V)	10	10	-
Relays SPST (250V – 5A)	6	6	6
PWM hardware (0 – 15V)	2 coppie	2 coppie	2 coppie

Distribuzione dei segnali di I/O sulle differenti tipologie di macchine

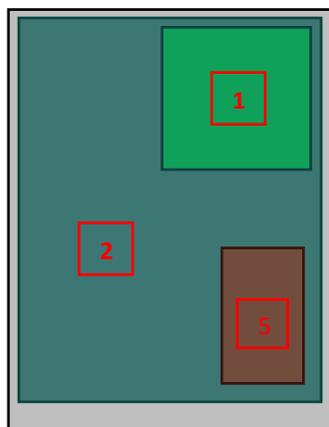
2. Struttura e caratteristiche meccaniche

Le macchine si dividono in 2 formati. Quelle in formato *Standard* sono alloggiare in un contenitore in lamiera di acciaio verniciata di dimensioni esterne di 305 x 279 x 131 mm, con griglie di ventilazione. Il formato Deskbrick utilizza invece un contenitore più compatto in alluminio estruso, senza feritoie, di dimensioni 280 x 191 x 66 mm.

La disposizione degli elementi che compongono la macchina è prevista come nella figura seguente:



Struttura Standard

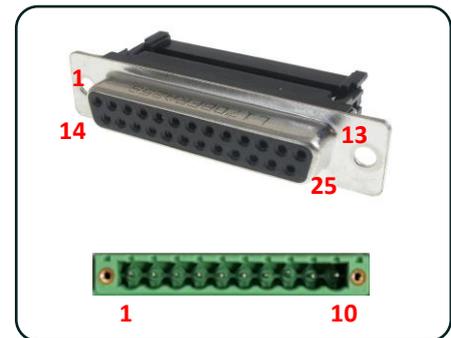


Struttura DeskBrick

1. Scheda alimentatore
2. Scheda controllo (MAIN)
3. Scheda di espansione (se prevista): può essere un modulo di alimentazione, una scheda di azionamento, I/O di potenza o un carico attivo/passivo
4. Scheda interfaccia utente (HMI): può essere articolata con switches, led, voltmetri e potenziometri (*macchine analogiche e mixed-mode*) oppure con interfaccia ridotta e display (*macchine digitali*)
5. Scheda/modulo CPU/DAQ (*macchine digitali e mixed-mode*) con eventuale scheda di adattamento

3. Connessioni

I collegamenti con il mondo esterno sono distribuiti su 3 connettori posteriori femmina DB25, una morsettiera estraibile a 10 poli (passo 5.08mm) per il collegamento ai relays, 1 presa maschio IEC per alimentazione 230V con interruttore illuminato e fusibile (5x20mm) e, per finire, una coppia di ingressi di interblocco in serie tra loro e all'alimentazione 230V, disposti su un connettore circolare Amphenol LTW a 4 poli ABD-04PMFS-LC7001.



I segnali sui 3 connettori DB25 sono raggruppati per analogia funzionale. Il connettore **E1** raggruppa i segnali di ingresso digitali, isolati e non isolati, **E2** raggruppa i segnali di uscita digitali, i segnali di uscita degli interruttori e le due coppie di PWM, **E3** espone gli ingressi e le uscite analogiche, le tensioni dei potenziometri e i contatti resistivi. Nelle seguenti tabelle vengono riportati tutti i segnali previsti dall'architettura ma, a seconda del modello di macchina considerato, solo un sottoinsieme di questi possono essere disponibili.

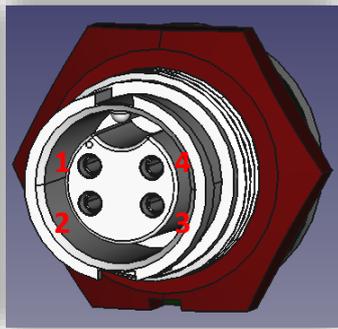
Connettore	Pin	Segnale
E1	1	EXT_DIGIN0
E1	14	EXT_DIGIN1
E1	2	EXT_DIGIN2
E1	15	EXT_DIGIN3
E1	3	EXT_DIGIN4
E1	16	EXT_DIGIN5
E1	4	EXT_DIGIN6
E1	17	EXT_DIGIN7
E1	5	EXT_DIGIN8
E1	18	EXT_DIGIN9
E1	6	EXT_DIGIN10
E1	19	EXT_DIGIN11
E1	7	DGND
E1	20	DGND
E1	8	EXT_VCC
E1	21	ISODIGIN0-
E1	9	ISODIGIN0+
E1	22	ISODIGIN1-
E1	10	ISODIGIN1+
E1	23	ISODIGIN2-
E1	11	ISODIGIN2+
E1	24	ISODIGIN3-
E1	12	ISODIGIN3+
E1	25	EXT_VCC
E1	13	DGND

Connettore	Pin	Segnale
E2	1	EXT-VDD1
E2	14	DIG_OUT0
E2	2	DIG_OUT1
E2	15	DIG_OUT2
E2	3	DIG_OUT3
E2	16	DGND
E2	4	DIG_OUT4
E2	17	DIG_OUT5
E2	5	DIG_OUT6
E2	18	DIG_OUT7
E2	6	EXT-VDD2
E2	19	DGND
E2	7	PWM1-A
E2	20	PWM1-B
E2	8	DGND
E2	21	PWM2-A
E2	9	PWM2-B
E2	22	DGND
E2	10	SW-OUT-2
E2	23	SW-OUT-3
E2	11	SW-OUT-4
E2	24	SW-OUT-5
E2	12	SW-OUT-6
E2	25	SW-OUT-7
E2	13	SW-OUT-8

Connettore	Pin	Segnale
E3	1	EXT_VA_0
E3	14	EXT_VA_1
E3	2	EXT_VA_2
E3	15	EXT_VA_3
E3	3	EXT_VA_4
E3	16	EXT_VA_5
E3	4	EXT_VA_6
E3	17	EXT_VA_7
E3	5	AGND
E3	18	AIN_DIFF1+
E3	6	AIN_DIFF1-
E3	19	AIN_DIFF2+
E3	7	AIN_DIFF2-
E3	20	EXT_VA_AUX_4
E3	8	EXT_VA_AUX_5
E3	21	EXT_VA_AUX_6
E3	9	EXT_VA_AUX_7
E3	22	AGND
E3	10	AGND
E3	23	DAC0_OUT
E3	11	DAC1_OUT
E3	24	V-POT1
E3	12	V-POT2
E3	25	V-POT3
E3	13	V-POT4
E3	18	POT3+
E3	6	POT3-W
E3	19	POT3-
E3	7	POT4+
E3	23	POT4-W
E3	11	POT4-

I pin dei connettori DB25 indicati in rosso possono avere un collegamento alternativo (riportato nella stessa tabella).

Il connettore per morsettiera estraibile riporta i segnali dei relays. Ogni Colore (verde, nero, blu) raggruppa i contatti SPST con il rispettivo Comune, vale a dire che OUT1 e OUT2 si chiudono su COM1 mentre OUT3 e OUT4 su COM2 e, infine, OUT5 e OUT6 su COM3.



Connettore	Pin	Segnale
Morsettiera	1	COM1
Morsettiera	2	OUT1
Morsettiera	3	OUT2
Morsettiera	4	OUT3
Morsettiera	5	COM2
Morsettiera	6	OUT4
Morsettiera	7	OUT5
Morsettiera	8	OUT6
Morsettiera	9	COM3
Morsettiera	10	N/C

Per chiudere la catena di interlock e rendere l'alimentazione disponibile alla macchina, occorre chiudere le coppie di contatti (1, 2) e (3, 4). Tali coppie sono in serie tra loro e con l'alimentazione 230Vac.

4. Modelli

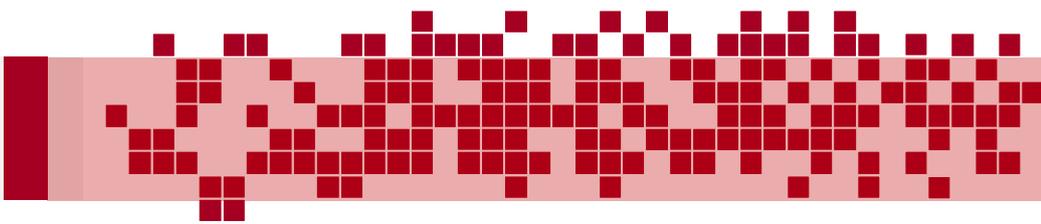
Attualmente fanno parte della linea METIS i modelli riportati di seguito.

MT100ANEO

- Macchina di **tipo Analogico (Manuale)**
- Struttura **Standard** con contenitore metallico 305 x 279 x 131 mm
- Alimentazione 230V AC (85 – 300 V) max 90W, Fusibile
- Modulo CPU non presente
- Modulo di espansione non presente
- Connettori posteriori: 3 x presa DB25 + morsettiera estraibile relays a 10 poli + blocco alimentazione con interruttore e fusibile (5x20mm) + coppia di ingressi di interblocco in serie tra loro e all'alimentazione 230V.
- **Fungo di emergenza** nella parte frontale direttamente collegato alla fase o al neutro di alimentazione (**non è presente un safety relay**)
- **6 Ingressi Digitali 0-24V non isolati** con possibile partizione di tensione. Gli ingressi EXT_DIGIN2, EXT_DIGIN0, EXT_DIGIN1, EXT_DIGIN6, EXT_DIGIN7, EXT_DIGIN5 sono visualizzati sui led L1 – L6 del pannello HMI
- **4 Uscite Digitali high-side** con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale (DIG_OUT4 - DIG_OUT7), **pilotabili da pannello HMI** (switches S3 – S6). Protezioni overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp
- **7 Uscite Switch 0-15V** (SW-OUT2 – SW-OUT-8) attivate da Pannello HMI (S2 – S8)
- **8 + 4 (multiplexati) Ingressi Analogici single-ended 0-15V** (EXT_VA_0 - EXT_VA_7 + EXT_VA_AUX_4 EXT_VA_AUX_7), con filtraggio e amplificazione non invertente (default gain = 1). Multiplexing attivato dallo switch S1 su pannello HMI
- **2 Ingressi Analogici differenziali 0-10V**, con filtraggio e amplificazione differenziale (default gain = 1)
- **4 Uscite Analogiche 0-15V** (V-POT1 – V-POT4) **da potenziometri** su Pannello HMI (P1 – P4)
- **2 coppie di segnali PWM** (A e B) complementari (0-15V), generati in hardware e con duty-cycle regolabile dai potenziometri P1 e P2 su Pannello HMI
- **2 switches NO a relay su 2 differenti linee COM** (contatti da 250Vac/5A) pilotabili da pannello interfaccia operatore con led di attivazione (switches S9 e S10 + led L9 e L10).
- **2 uscite resistive a 3 terminali (10 Kohm)** dai potenziometri P3 e P4 su Pannello HMI (emulazione di sensori resistivi) con comparazione interna della posizione (led L8 e L9).
- **2 canali di visualizzazione dei segnali analogici** mediante 2 selettori a 6 posizioni + voltmetro a 3½ digit (risoluzione 10 mV, ±1 count accuracy) + **connettore BNC** di uscita (verso strumentazione esterna):
 - **CHANNEL A:** segnali analogici A0, A1, A2, A3 + tensione potenziometri P1, P3
 - **CHANNEL B:** segnali analogici A4, A5, A6, A7 + tensione potenziometri P2, P4

MT110MLT41E0

- Macchina di tipo **Mixed-Mode**
- Struttura **Standard** con contenitore metallico 305 x 279 x 131 mm
- Alimentazione 230V AC (80 – 305 V) max 90W
- Modulo **CPU LT41 (via CPU adapter board)**
- Modulo di espansione non presente
- Connettori posteriori: 3 x presa DB25 + morsettiera estraibile relays + blocco alimentazione con interruttore e fusibile (5x20mm) + coppia di ingressi di interblocco in serie tra loro e all'alimentazione 230V.
- **Fungo di emergenza** nella parte frontale direttamente collegato alla fase o al neutro di alimentazione (NO safety relay)
- (Porta USB 2.0 Full-Speed non isolata - opzionale)
- **Ethernet 10/100Base-T**, Auto-MDIX, RJ-45 Socket, Cat 5
- **Modbus TCP server**
- **12 Ingressi Digitali 0-24V non isolati** con possibile partizione di tensione (EXT_DIGIN0 - EXT_DIGIN11). Gli ingressi 0, 1, 2, 5, 6, 7 sono visualizzati sui led L1 – L6 del pannello interfaccia operatore
- **4 Ingressi Digitali 0-32V isolati**
- **4 Uscite Digitali high-side** con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale (DIG_OUT0 - DIG_OUT3), **pilotabili da interfaccia HMI remota (PC)**. Protezioni overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp
- **4 Uscite Digitali high-side** con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale (DIG_OUT4 - DIG_OUT7), **pilotabili da pannello HMI** (switches S3 – S6). Protezioni overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp
- **7 Uscite Switch 0-15V** (SW-OUT2 – SW-OUT-8) attivate da Pannello HMI (S2 – S8)
- **8 + 4 (multiplexati) Ingressi Analogici single ended 0-15V** (EXT_VA_0 - EXT_VA_7 + EXT_VA_AUX_4 - EXT_VA_AUX_7), con filtraggio e amplificazione non invertente (default gain = 1). Multiplexer attivato dallo switch S1 su pannello HMI
- **2 Ingressi Analogici differenziali 0-10V**, con filtraggio e amplificazione differenziale (default gain = 1)
- **4 Uscite Analogiche 0-15V** (V-POT1 – V-POT4) **da potenziometri** su Pannello HMI (P1 – P4)
- **2 coppie di segnali PWM** (A e B) complementari (0-15V), generati in hardware e con duty-cycle regolabile dai potenziometri P1 e P2 su Pannello HMI
- **2 switches NO a relay su 2 differenti linee COM** (contatti da 250Vac/5A) **pilotabili da pannello interfaccia operatore con led** di attivazione (switches S9 e S10)
- **4 switches NO a relay su 3 differenti linee COM** (1 + 1 + 2 contatti da 250Vac/5A) **pilotabili da interfaccia HMI remota (PC)**
- **2 uscite resistive a 3 terminali (10 Kohm)** dai potenziometri P3 e P4 su Pannello HMI (emulazione di sensori resistivi, macchine analogiche e mixed-mode) con comparazione interna della posizione.



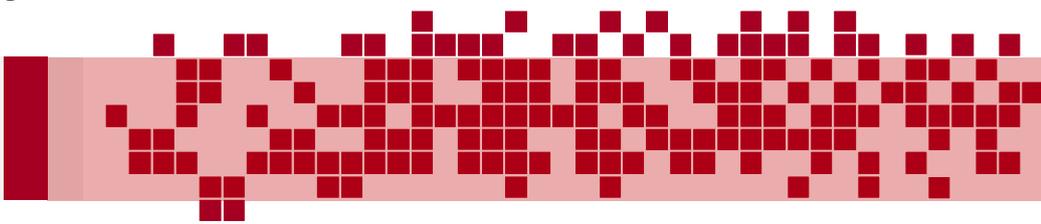
- **2 canali di visualizzazione diretta a pannello HMI** dei segnali analogici mediante 2 selettori a 6 posizioni + voltmetro a 3½ digit (risoluzione 10 mV, ±1 count accuracy) + **connettore BNC** di uscita (verso strumentazione esterna):
 - **CHANNEL A:** segnali analogici A0, A1, A2, A3 + tensione potenziometri P1, P3
 - **CHANNEL B:** segnali analogici A4, A5, A6, A7 + tensione potenziometri P2, P4

MTD120DAR2

- Macchina di **tipo Digitale**
- Struttura **DeskBrick** con contenitore in alluminio 280 x 191 x 66 mm
- Alimentazione 230V AC (80 – 305 V) max 90W
- Modulo **CPU Arduino 2** direttamente inserito su zoccolo scheda MAIN
- Connettori posteriori: 3 x presa DB25 + presa alimentazione con fusibile (5x20mm) + coppia di ingressi di interblocco in serie tra loro e all'alimentazione 230V.
- Interruttore di accensione + 3 led di segnalazione su pannello frontale
- **Connettore di comunicazione USB**
- **12 Ingressi Digitali 0-24V non isolati** con possibile partizione di tensione (EXT_DIGIN0 – EXT_DIGIN11)
- **4 Ingressi Digitali 0-32V isolati**
- **8 Uscite Digitali high-side** con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale (DIG_OUT0 – DIG_OUT7). Protezioni overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp. Collegamento diagnostico con CPU
- **8 + 4 (multiplexati) Ingressi Analogici single ended 0-15V** (EXT_VA_0 – EXT_VA_7 + EXT_VA_AUX_4 – EXT_VA_AUX_7), con filtraggio e amplificazione non invertente (default gain = 1)
- **2 Ingressi Analogici differenziali 0-10V**, con filtraggio e amplificazione differenziale (default gain = 1)
- **2 Uscite Analogiche 0-15V** (DAC0 – DAC1)
- **8 uscite su connettori interni** (per pilotaggio led frontali o altro)
- **6 switches NO a relay su 3 differenti linee COM** (contatti da 250Vac/5°)
- Gestione multiplexing analogico e digitale
- **I2C bus interno**

MTD130DAG1

- Macchina di **tipo Digitale**
- Struttura **DeskBrick** con contenitore in alluminio 280 x 191 x 66 mm
- Alimentazione 230V AC (80 – 305 V) max 90W
- Modulo **CPU Arduino Giga R1** direttamente inserito su zoccolo scheda MAIN



- Connettori posteriori: 3 x presa DB25 + presa alimentazione con fusibile (5x20mm) + Coppia di ingressi di interblocco in serie tra loro e all'alimentazione 230V.
- Interruttore di accensione + 3 led di segnalazione su pannello frontale
- **Connettore di comunicazione USB**
- **WiFi con presa antenna esterna (SMA)** - opzionale
- **12 Ingressi Digitali 0-24V non isolati** con possibile partizione di tensione (EXT_DIGIN0 - EXT_DIGIN11)
- **4 Ingressi Digitali 0-32V isolati**
- **8 Uscite Digitali high-side** con alimentazione esterna (0 – 32V) e correnti fino a 350mA per canale (DIG_OUT0 - DIG_OUT7). Protezioni overcurrent (verso GND), overtemperature e Inductive Load Negative Voltage Clamp. Collegamento diagnostico con CPU
- **8 + 4 (multiplexati) Ingressi Analogici single ended 0-15V** (EXT_VA_0 - EXT_VA_7 + EXT_VA_AUX_4 - EXT_VA_AUX_7), con filtraggio e amplificazione non invertente (default gain = 1). Multiplexer attivato dallo switch S1 su pannello HMI
- **2 Ingressi Analogici differenziali 0-10V**, con filtraggio e amplificazione differenziale (default gain = 1)
- **2 Uscite Analogiche 0-15V** (DAC0 – DAC1)
- **8 uscite su connettori interni** (per pilotaggio led frontali o altro)
- **6 switches NO a relay su 3 differenti linee COM** (contatti da 250Vac/5A)
- Gestione multiplexing analogico e digitale
- **I2C bus interno**

5. Parametri Operativi

Section	Parameter	Min	Typ	Max	U.M	Note
Power Supply	Input voltage range	85		300	Vac	
	Input frequency range	47		63	Hz	
	Input AC current			1.1	A	At 230 Vac
				1.9	A	At 115 Vac
	Input Inrush current		30		A	At 230 Vac (cold start)
			65		A	At 115 Vac (cold start)
	Leakage current			0.25	mA	At 240 Vac
	Rated power			90	W	Internal power supplies
	Regulated internal main voltage		24		Vdc	
	Internal voltage tolerance			2	%	
	Source current			3	A	At 24 Vdc
	Line regulation			±0.5	%	
	Load regulation			±0.5	%	
	Overload protection	115		160	%	Of rated power
	Over voltage protection	25.2		32.4	V	
	Positive analog voltage		15		V	
	Positive analog voltage tolerance			4	%	
	Positive analog current			1.5	A	
	Negative analog voltage		-15		V	
	Negative analog voltage tolerance			4	%	
Negative analog current			-1	A		
VDD-CPU		3.3		V		
VDD-CPU tolerance			3	%		
VDD-CPU current			1	A		
Environment	Operating temperature range	0		50	°C	
	Storage temperature range	-20		60	°C	
	Operating humidity range			70	%	With temperature $0 \leq T \leq 30$ °C
				55	%	With temperature $30 \leq T \leq 40$ °C
				45	%	With temperature $40 \leq T \leq 50$ °C
Operating altitude			3000	m		
Non-isolated Digital IN	Input voltage range	0		24	Vdc	
	Input impedance		110		kΩ	
	Low level threshold			0.8	Vdc	
	High level threshold	2.5			Vdc	
	Input frequency range	0		100	KHz	
Isolated Digital IN	Input voltage range	0		32	Vdc	
	Input impedance		1.5		kΩ	
	Low level threshold			0.8	Vdc	
	High level threshold	2.5			Vdc	
	Input frequency range	0		5	KHz	
SE Analog IN	Isolation voltage		3000		V	
	Input voltage range	0		15	Vdc	Warning: CPU specification must also be considered!
	Input impedance	1 MΩ series + 1MΩ		10pF		
	Default gain		1			Modifiable at assembly time or by a conversion
	Offset			300	uV	
Differential Analog IN	CMRR			110	dB	
	Slew rate			4.5	V/us	
	Input voltage range	-10		10	Vdc	Warning: CPU specification must also be considered!
	Input impedance	1 MΩ series + 1MΩ		10pF		
	Default gain		1			Modifiable at assembly time or by a conversion
High-side Digital OUT	Offset			4	uV	
	CMRR			168	dB	
	Slew rate			10	V/us	
	External voltage range	4		32	Vdc	
	Source current		350	600	mA	1.5A max overall current for the group OUT0-OUT3 or OUT4-OUT7
Analog OUT	On-state resistance		165	280	mΩ	
	Output voltage	0	10	15	Vdc	10V from potentiometers (HMI front panel)
	Output impedance		1.5		kΩ	
	Output current			40	mA	
	Default gain		1.5			For signals from CPU. Modifiable at assembly time
Relays OUT	Offset			4	uV	
	CMRR			168	dB	
	Slew rate			10	V/us	
	Contact type	Single				NO (Normally Open)
	Rated load	10A @ 120Vac / 8A @ 30Vdc				Resistive Load
PWM OUT (Hardware)	Rated carry current	5A @ 120Vac / 4A @ 30Vdc				Inductive Load
	Rated current			10	A	
	Switching voltage			250	Vac	
				125	Vdc	
	Switching current			10	A	Resistive Load
			5	A	Inductive Load	
PWM OUT (Hardware)	Output voltage range	0		15	Vdc	
	Frequency	18	20	22	KHz	
	Duty-cycle	1		40	%	
	Output current			200	mA	
	Output low level			2.25	V	At Isink = 100mA
Output high level	12.75			V	At Isource = 100mA	

(Values based on prototypes testing, Tamb = 23 °C)

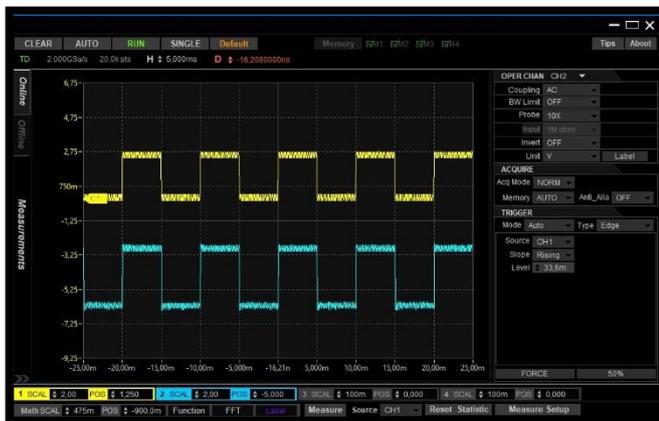
6. Caratteristiche elettriche generali I/O

5.1 Ingressi digitali non isolati

I segnali digitali non isolati accettano un range di tensione **continua 0 – 24Vdc**, sono in logica positiva e si attivano per tensioni maggiori o uguali a 2.5V.

Low level	0 – 0.8 Vdc
High level	2.5 – 24 Vdc

L'applicazione di un segnale ad onda quadra con duty cycle del 50% (traccia gialla) viene riprodotto dopo il condizionamento come riportato nella traccia azzurra delle figure seguenti:



Acquisizione di un'onda quadra con d.c. 50% (traccia gialla) rilevato su modulo CPU (traccia azzurra) a 100Hz (sinistra) e 1KHz (destra)



Stessa onda quadra precedente (traccia gialla) rilevata su modulo CPU (traccia azzurra) a 10KHz (sinistra) e 25KHz (destra)



Stessa onda quadra precedente (traccia gialla) rilevato su modulo CPU (traccia azzurra) a 50kHz (sinistra) e 80kHz (destra)

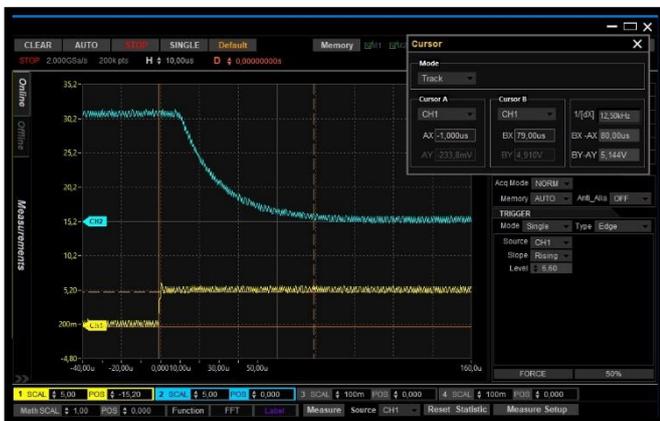
Come si nota, filtraggio e traslazione di livello causano un ritardo di fase, su entrambi i fronti di salita e discesa, che comincia a mostrarsi oltre 1kHz di frequenza, causando la traslazione dei fronti del segnale che arriva al modulo CPU con un conseguente aumento dell'impulso positivo rispetto al periodo e dunque un aumento del duty cycle. A 1kHz il DC è del 50,38% (contro il 50% del segnale originale) per superare l'80% a 80kHz. I fronti del segnale sono ancora presenti fino a circa 100kHz di frequenza di ingresso.

5.2 Ingressi digitali isolati

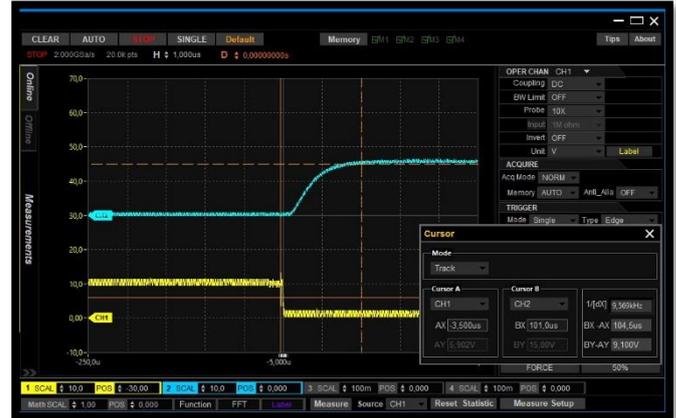
I segnali digitali isolati accettano un range di tensione **continua 0 – 32Vdc**, sono in configurazione NPN (ISODIGINx- collegato a EXT_GND) e si attivano per tensioni maggiori o uguali a 2.5V.

Low level	0 – 0.8 Vdc
High level	2.5 – 32 Vdc

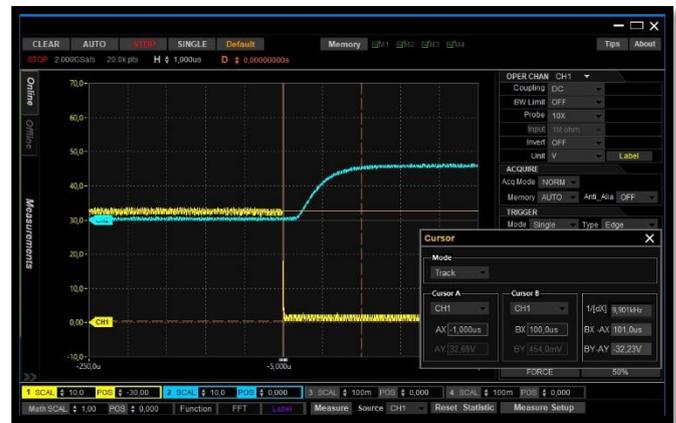
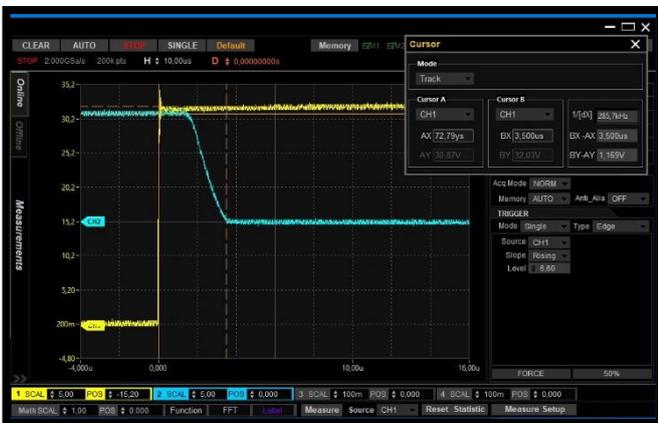
I segnali possono essere riconfigurati in modalità PNP (al momento dell'assemblaggio o mediante una riconversione) con il polo positivo (ISODIGINx+) collegato alla VCC esterna (EXT_VCC). L'applicazione di un segnale in ingresso (traccia gialla) viene riprodotto dopo il condizionamento come riportato nella traccia azzurra delle figure seguenti:



Ritardo di attivazione (a sinistra) e disattivazione (a destra) di un segnale digitale optoisolato di 5V al modulo CPU (traccia azzurra)



Ritardo di attivazione (a sinistra) e disattivazione (a destra) di un segnale digitale optoisolato di 10V al modulo CPU (traccia azzurra)



Ritardo di attivazione (a sinistra) e disattivazione (a destra) di un segnale digitale optoisolato di 32V al modulo CPU (traccia azzurra)

Il ritardo massimo da considerare è di 90uS per l'attivazione (segnale di ingresso a 5V) + 110uS per la disattivazione (segnale di ingresso a 32V), dunque è possibile rilevare un treno di impulsi di **max 5KHz** di frequenza.

5.3 Uscite digitali high-side

Le uscite digitali high-side funzionano tramite alimentazione esterna **continua**, che può variare tra **4 – 32V**. Le uscite DIG-OUT0, DIG-OUT1, DIG-OUT2, DIG-OUT3 sono collegate a EXT-VDD1 mentre le Le uscite DIG-OUT4, DIG-OUT5, DIG-OUT6, DIG-OUT7 sono collegate a EXT-VDD2 e le correnti devono richiudersi su GND.

Un singolo driver sulla scheda MAIN serve 4 uscite e non deve superare 1.5A di assorbimento, da cui l'assorbimento medio massimo delle uscite è fissato a 350mA. Le uscite funzionano tuttavia correttamente (testate singolarmente) fino a 600mA di assorbimento. Un assorbimento maggiore attiva la protezione del canale e occorre ridurre l'assorbimento fino a zero per riattivarlo. Sugli high-side switches si registra una caduta di tensione come riportato nella seguente tabella:

EXT-VDD	ASSORBIMENTO	CADUTA DI TENSIONE
5V	100mA	60mV
5V	500mA	250mV

32V	100mA	100mV
32V	500mA	300mV

Cadute di tensione sugli high-side switches rispetto alla tensione di alimentazione esterna

Relativamente al ritardo di attivazione, di seguito sono riportate le misure a 5V e 32V di tensione esterna:



Ritardo di attivazione del segnale di uscita (traccia azzurra) rispetto al 10% (a sinistra) e 90% (a destra) del fronte del segnale di comando (traccia gialla) con tensione di alimentazione esterna di 5V



Ritardo di attivazione del segnale di uscita (traccia azzurra) rispetto al 10% (a sinistra) e 90% (a destra) del fronte del segnale di comando (traccia gialla) con tensione di alimentazione esterna di 32V

Il ritardo a vuoto è inferiore a 30mS.

5.4 Ingressi analogici Single-Ended (SE)

Gli 8 segnali analogici EXT_VA_0 - EXT_VA_7 accettano un range di tensione **continua** 0 – 15Vdc, sono in configurazione Single-Ended (riferiti a GND) e vengono amplificati da stadi in configurazione non invertente (guadagno = 1 che può essere riconfigurato in fase di assemblaggio), con le prestazioni riportate in figura. Le caratteristiche di acquisizione del segnale dipendono dal convertitore ADC utilizzato, dunque si rimanda al modulo CPU impiegato per la loro analisi.

- Rail-to-rail input and output
- Wide bandwidth: 1.1-MHz GBW
- Low quiescent current: 120 µA per amplifier
- Low offset voltage: ±300 µV
- Low offset voltage drift: ±0.6 µV/°C
- Low noise: 28 nV/√Hz at 10 kHz
- High common-mode rejection: 110 dB
- Low bias current: ±10 pA
- High slew rate: 4.5 V/µs
- Wide supply: ±1.35 V to ±8 V, 2.7 V to 16 V
- Robust EMIRR performance: 77 dB at 1.8 GHz

5.5 Ingressi analogici differenziali

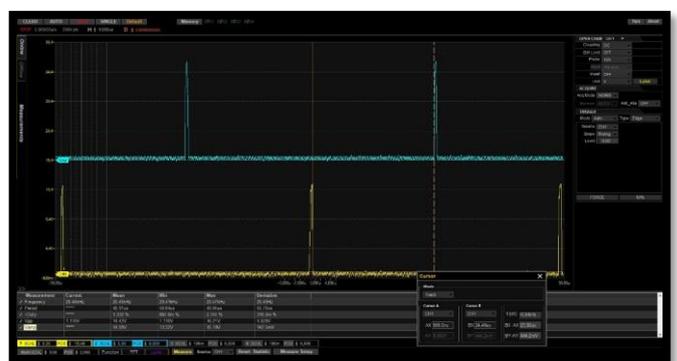
L'architettura gestisce anche 2 segnali analogici AIN_DIFF1+/AIN_DIFF1- e AIN_DIFF2+/AIN_DIFF2- che accettano un range di tensione **continua di $\pm 10V$** rispetto a GND e vengono amplificati da stadi in configurazione differenziale (guadagno = 1 che può essere riconfigurato in fase di assemblaggio), con le prestazioni riportate di seguito:

- Ultra-high precision:
 - Zero-drift: $0.003 \mu V/^{\circ}C$
 - Ultra-low offset voltage: $4 \mu V$ (maximum)
- Excellent dc precision:
 - CMRR: 168 dB
 - Open-loop gain: 170 dB
- Low noise:
 - e_n at 1 kHz: $5.7 nV/\sqrt{Hz}$
 - 0.1-Hz to 10-Hz noise: $0.12 \mu V_{PP}$
- Rail-to-rail output
- Excellent dynamic performance:
 - Gain bandwidth: 5 MHz
 - Slew rate: $10 V/\mu s$
 - Fast settling: 10-V step, 0.01% in $1.7 \mu s$
- Robust design:
 - MUX-friendly inputs
 - RFI and EMI filtered inputs

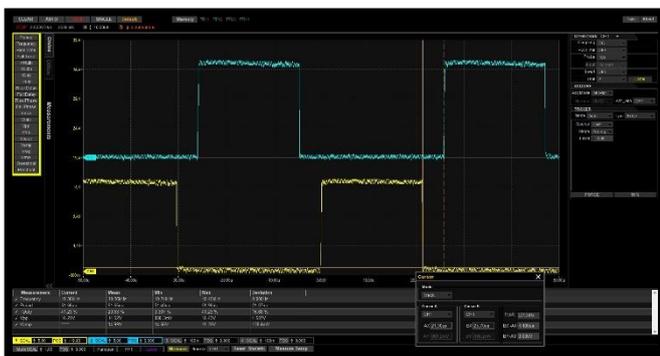
Le caratteristiche di acquisizione del segnale dipendono dal convertitore ADC utilizzato (modulo CPU).

5.6 Generatori di segnali PWM

I generatori di PWM producono due coppie di segnali complementari da **0-15V** alla frequenza fissa di **20KHz**, con **duty-cycle variabile tra 0 - 41%** (tensione potenziometro a pannello tra 1.5V e 3.6V) che mantiene un **minimo dead time di 4.3uS**.



PWM1-A (traccia gialla) e PWM1-B (traccia azzurra) a max duty-cycle (a sinistra) e a d.c. $\approx 1\%$ (a destra)



PWM2-A (traccia gialla) e PWM2-B (traccia azzurra) a max duty-cycle (a sinistra) e a d.c. $\approx 1\%$ (a destra)

5.7 Uscite a relays

L'architettura gestisce 6 relays SPST (K1 – K6) con contatto NO, di cui 2 pilotabili dal pannello frontale della macchina (K1 e K4) mediante gli switches S9 e S10, entrambi associati a un proprio led di attivazione. Le caratteristiche elettriche dei contatti sono riportati nella tabella seguente:

Item	Classification Load	Standard type	
		Resistive load	Inductive load (cosφ=0.4)
Contact type		Single	
Contact material		Ag-alloy (Cd free)	
Rated load		10 A at 120 VAC, 8 A at 30 VDC	5 A at 120 VAC, 4 A at 30 VDC
Rated carry current		10 A	
Max. switching voltage		250 VAC, 125 VDC (30 VDC when UL/CSA standard is applied)	
Max. switching current		10 A	5 A

Caratteristiche dei contatti dei relays

I contatti dei relays chiudono un polo (uscita) su un segnale comune. Sono disponibili 3 segnali comuni accessibili dalla morsettiera estraibile sul pannello posteriore (vedere anche il capitolo Connessioni) secondo il seguente schema:

COMUNE	K1	K2	K3	K4	K5	K6
COM1	OUT1	OUT2				
COM2			OUT3	OUT4		
COM3					OUT5	OUT6

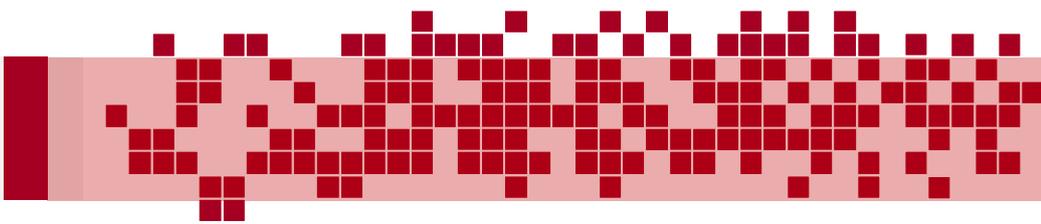
Collegamenti dei segnali sui relays

5.8 Uscite analogiche (DAC)

L'architettura prevede 2 segnali interni DAC0 e DAC1 generabili dal modulo CPU. questi vengono amplificati per 1,5 e inviati alle uscite DAC0_OUT e DAC1_OUT. L'amplificazione viene effettuata secondo le seguenti caratteristiche:

- Ultra-high precision:
 - Zero-drift: 0.003 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
 - Ultra-low offset voltage: 4 μV (maximum)
- Excellent dc precision:
 - CMRR: 168 dB
 - Open-loop gain: 170 dB
- Low noise:
 - e_n at 1 kHz: 5.7 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
 - 0.1-Hz to 10-Hz noise: 0.12 μV_{PP}
- Rail-to-rail output
- Excellent dynamic performance:
 - Gain bandwidth: 5 MHz
 - Slew rate: 10 $\text{V}/\mu\text{s}$
 - Fast settling: 10-V step, 0.01% in 1.7 μs
- Robust design:
 - MUX-friendly inputs
 - RFI and EMI filtered inputs

Le caratteristiche del segnale generato dipendono dal convertitore DAC utilizzato, dunque si rimanda al modulo CPU utilizzato per la loro analisi.



7. Pannello Frontale

Il pannello frontale delle macchine manuali e mixed-mode è quello più articolato ed è equipaggiato da 2 voltmetri digitali per la misura dei segnali analogici provenienti dall'esterno e dai quattro potenziometri presenti sul pannello stesso.



La funzione dei singoli componenti è descritta di seguito:

SW1: attiva il multiplexing (vedere paragrafo relativo)

SW2: collegato a SW-OUT-2 (connettore posteriore **E2**)

SW3 – SW6: collegati a SW-OUT-3 – SW-OUT-6 (connettore posteriore **E2**), attivano anche le uscite hig-side DIG_OUT0 - DIG_OUT3 (connettore posteriore **E2**)

SW7, SW8: collegati a SW-OUT-7 e SW-OUT-8 (connettore posteriore **E2**)

SW9: attiva il relay K1 collegando OUT1 con COM1 (morsettiera estraibile posteriore)

SW10: attiva il relay K4 collegando OUT4 con COM2 (morsettiera estraibile posteriore)

P1, P2: potenziometri collegati alle uscite in tensione V-POT1 e V-POT2 (connettore posteriore **E3**). Le tensioni sono leggibili su **CHANNEL A** e **CHANNEL B**

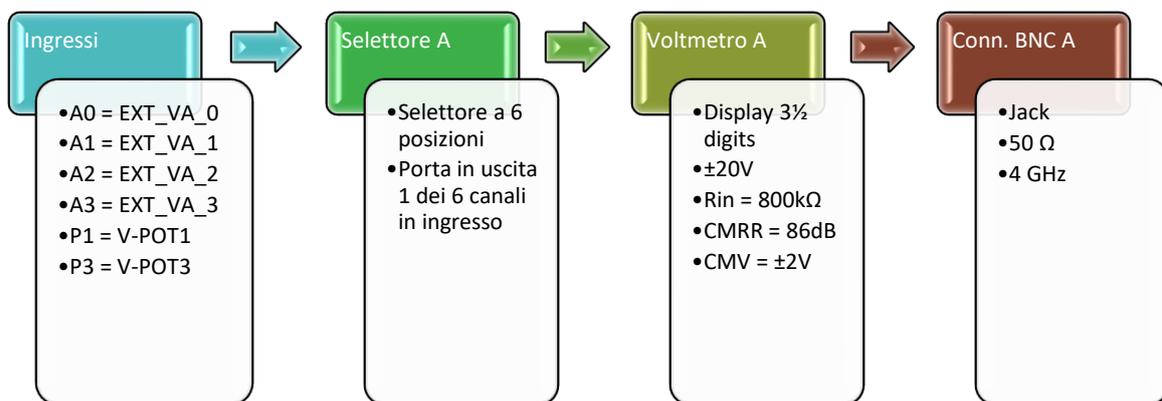
P3, P4: potenziometri collegati alle uscite in tensione V-POT3 e V-POT4 e alle uscite resistive a 3 vie (connettore posteriore **E3**). Le tensioni sono leggibili su **CHANNEL A** e **CHANNEL B**

L1 - L6: led collegati agli ingressi digitali su E1 o ai segnali digitali multiplexati provenienti dalla scheda / modulo di espansione, con la seguente corrispondenza:

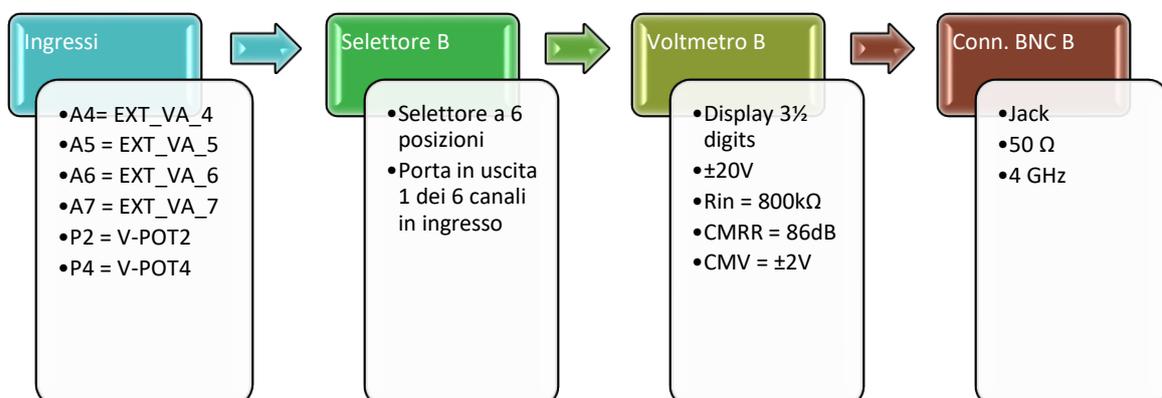
LED	SEGNALE DIGITALE	SEGNALE ALTERNATIVO
L1	EXT-DIGIN2	AUX-DIGIN2
L2	EXT-DIGIN0	AUX-DIGIN0
L3	EXT-DIGIN1	AUX-DIGIN1
L4	EXT-DIGIN6	AUX-DIGIN6
L5	EXT-DIGIN7	AUX-DIGIN7
L6	EXT-DIGIN5	AUX-DIGIN5

L7, L8: led collegati alle uscite dei comparatori CMP1 e CMP2 (vedere paragrafo relativo)

CANALE A: è strutturato come nella figura seguente e agisce su 4 segnali analogici in ingresso + i potenziometri P1 e P3



CANALE B: è strutturato come nella figura seguente e agisce su 4 segnali analogici in ingresso + i potenziometri P2 e P4



STOP: pulsante di emergenza a fungo ABB inserito nella catena di sicurezza, interrompe direttamente la tensione di alimentazione da rete. Presenta le seguenti caratteristiche:



Product Type	CE
Rated Frequency (f)	50 / 60 Hz
Rated Operational Current AC-15 (I _e)	(240 V) 1 A
Rated Operational Current DC-13 (I _e)	(24 V) 0.3 A (125 V) 0.2 A
Rated Operational Voltage	24 ... 300 V

8. Altre funzioni

7.1 Multiplexing

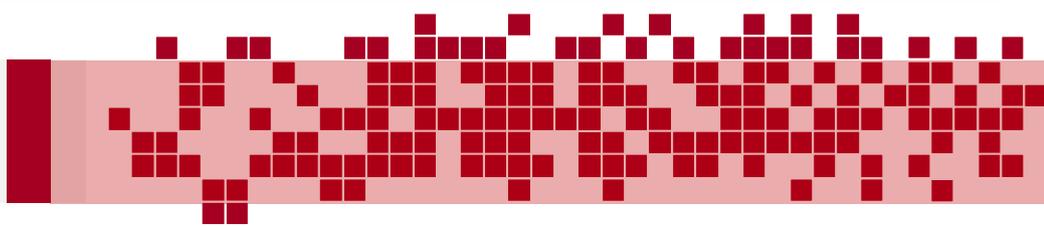
Sullo zoccolo CPU sono disponibili due segnali MUX1 e MUX2 utilizzati per multiplexare 4 segnali analogici e 8 segnali digitali. I circuiti di multiplexing risiedono fisicamente sulla scheda MAIN. **Nelle macchine Manuali e Mixed-mode le linee MUX1 e MUX2 sono configurate per essere pilotate tramite lo switch SW1 del pannello frontale** (levetta verso sinistra = OFF, verso destra = ON con multiplexers attivi). Il multiplexing è schematizzato nella seguente tabella:

Segnale MUX	Segnale principale	Esposto su	Segnale alternativo	Esposto su	Note
MUX1	EXT_VA_4	E3 + J13	EXT_VA_AUX_4	E3	J13 = conn. interno x espansione
MUX1	EXT_VA_5	E3 + J13	EXT_VA_AUX_5	E3	J13 = conn. interno x espansione
MUX1	EXT_VA_6	E3 + J14	EXT_VA_AUX_6	E3	J14 = conn. interno x espansione
MUX1	EXT_VA_7	E3 + J14	EXT_VA_AUX_7	E3	J14 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN0	E1	AUX-DIGIN0	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN1	E1	AUX-DIGIN1	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN2	E1	AUX-DIGIN2	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN5	E1	AUX-DIGIN5	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN6	E1	AUX-DIGIN6	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN7	E1	AUX-DIGIN7	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN10	E1	AUX-DIGIN10	J15	J15 = conn. interno x espansione
MUX2	EXT-DIGIN11	E1	AUX-DIGIN11	J15	J15 = conn. interno x espansione

7.2 Comparatori e visualizzazione di zone di validità

Sempre sulla scheda MAIN sono presenti 2 comparatori a finestra per confrontare 2 segnali con una coppia di soglie (finestra) ciascuno. Le soglie sono regolate da trimmer manuali presenti sulla scheda MAIN. L'uscita a livello alto dei comparatori indica che la tensione comparata rimane all'interno della finestra, le cui soglie di delimitazione possono essere regolate tramite i trimmers associati, indicati nella tabella seguente. Vengono rese disponibili anche le uscite negate dei comparatori (segnale alto indica tensione all'esterno della finestra di comparazione) configurabili però solo in fase di assemblaggio:

Tensione da valutare	Reg. Soglia bassa	Reg. Soglia alta	Uscita comparatore	Uscita comp. negata
VCMP1 (V-POT3)	TR3	TR4	OUTCMP1	INVCMP1
VCMP2 (V-POT4)	TR5	TR6	OUTCMP2	INVCMP2



VCMP1 e VCMP2 sono 2 linee interne collegate per default rispettivamente a V-POT3 e V-POT4 ma che in fase di assemblaggio o riconfigurazione possono essere collegate a V-AN-2 e V-AN-3 che sono di default le tensioni analogiche disponibili allo zoccolo CPU dopo il condizionamento dei segnali EXT_VA_2 e EXT_VA_3 provenienti dal connettore E3.

Le uscite dei comparatori sono disponibili sullo zoccolo CPU e sono di default connesse ai led L8 e L9 del pannello frontale, proprio sopra i potenziometri P3 e P4. La funzione dei comparatori è stata infatti principalmente pensata per facilitare il posizionamento dei valori resistivi di P3 e P4 (e delle tensioni V-POT3 e V-POT4) in corrispondenza di una data zona di validità per simulare il funzionamento di termoresistenze (PTC - NTC) o altri sensori. Tutti i pin relativi sono disponibili su E3.

9. Alimentazione

Come indicato nel capitolo sulla struttura delle macchine, la generazione delle tensioni interne è affidata ad una scheda di alimentazione. Questa monta un modulo che fornisce 24V per una potenza di 90W massimi e isola la tensione di rete (fornita nell'intervallo 85 – 300 Vac 50/60 Hz) dal resto della macchina, per garantire la sicurezza delle connessioni e dell'operatore.

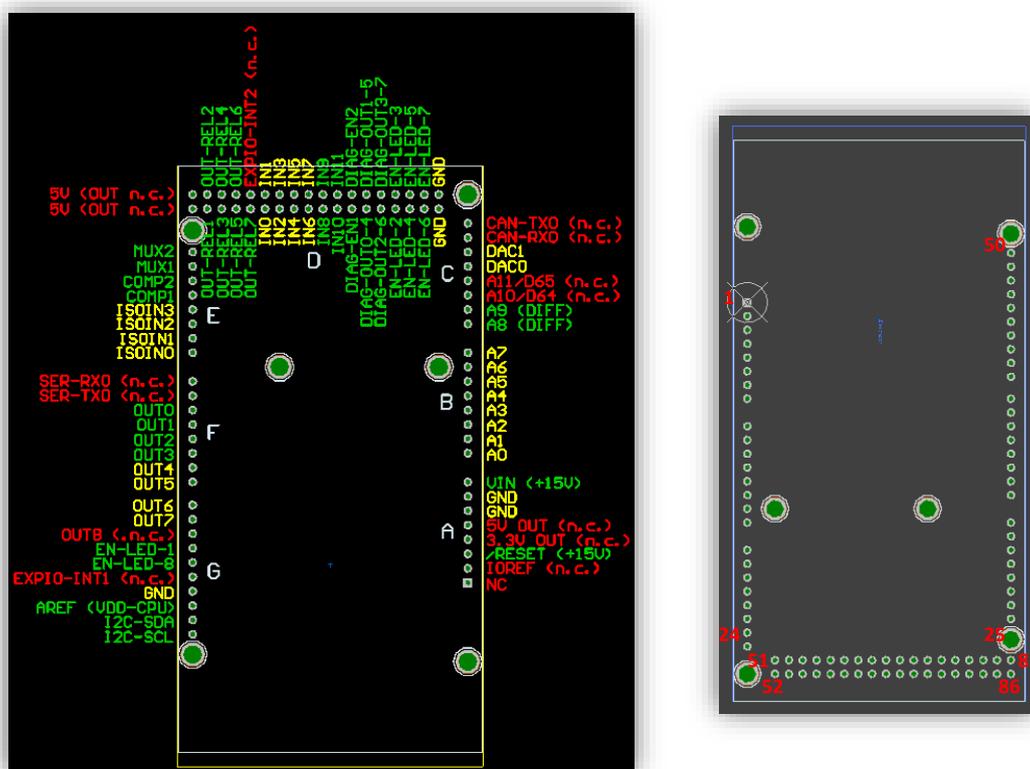
OUTPUT	DC VOLTAGE	24V			
	CURRENT	Peak(10 sec.)	4,13A		
		Convection	3,75A		
	RATED POWER	Peak(10 sec.) ^{Note,2}	99W		
		Convection	90W		
	RIPPLE & NOISE (max.) ^{Note,3}	200mVp-p			
	VOLTAGE TOLERANCE ^{Note,4}	±2,0%			
	LINE REGULATION	±0,5%			
	LOAD REGULATION	±0,5%			
	SETUP, RISE TIME	1000ms, 30ms/230VAC	1000ms, 30ms/115VAC at full load		
HOLD UP TIME (Typ.)	30ms/230VAC	10ms/115VAC at full load			
INPUT	VOLTAGE RANGE ^{Note,5}	80 – 305VAC	113 – 431VDC		
	FREQUENCY RANGE	47 – 63Hz			
	EFFICIENCY (Typ.)	92%	92,5%	93%	93%
	AC CURRENT (Typ.)	1,9A/115VAC 1,1A/230VAC			
	INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC 65A/230VAC			
	LEAKAGE CURRENT (max.) ^{Note,6}	< 0,25mA/240VAC			
PROTECTION	OVERLOAD	115% – 160% rated output power Protection type : Hiccup mode, recovers automatically after fault condition is removed			
	OVER VOLTAGE	12,6 – 16,2V	15,8 – 20,3V	25,2 – 32,4V	50,4 – 64,8V
	OVER TEMPERATURE	Protection type : Shut down o/p voltage, re-power on to recover			
ENVIRONMENT	WORKING TEMP.	-30 – +80°C (Refer to "Derating Curve")			
	WORKING HUMIDITY	20 – 90% RH non-condensing			
	STORAGE TEMP.	-40 – +85°C			
	TEMP. COEFFICIENT	±0,03%/°C (0 – 50°C)			
	SOLDERING TEMPERATURE	260°C ±5°C/10sec,max.			
	VIBRATION	Blank:10 – 500Hz, 2G 10min./1cycle, period for 60min, each along X, Y, Z axes S1:10 – 500Hz, 5G 10min./1cycle, period for 60min, each along X, Y, Z axes			
OPERATING ALTITUDE ^{Note,7}	III; EN62368-1; altitude up to 2000 meters				
SAFETY STANDARDS	IEC62368-1, UL62368-1, TUV EN62368-1, EAC TP TC 004 approved; Design refer to EN60335-1 (by request)				
WITHSTAND VOLTAGE	IP-O/P:4KVAC				
ISOLATION RESISTANCE	IP-O/P:100M Ohms / 500VDC / 25°C / 70% RH				

La carcassa della macchina è messa a terra per una ulteriore protezione mentre la tensione di alimentazione in ingresso viene immessa nella catena di sicurezza (safety chain) e intercettata dagli interblocchi esterni (connettore di interlock posteriore) e dal fungo di emergenza sul pannello frontale.

La presa di rete posteriore è infine dotata di porta-fusibile 5x20mm: si consiglia l'utilizzo di un fusibile ritardato da 2A 250V (es. T2AL250V).

10. Scheda / modulo CPU

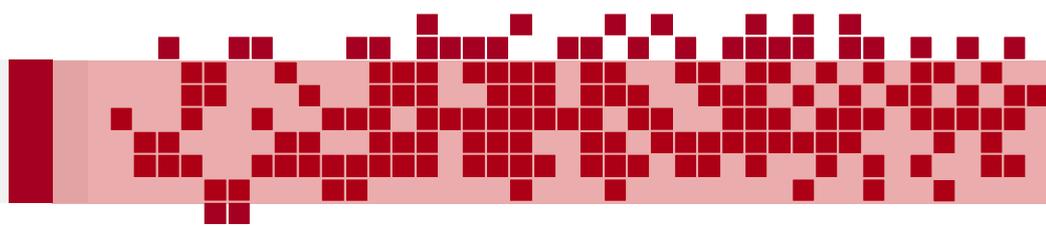
Come già visto, l'architettura METIS permette l'utilizzo di una CPU (macchine *Mixed-mode* e *Digitali*). Il modulo CPU consiste in una scheda, da inserire sulla scheda MAIN, dotata di microcontrollore e di funzioni di elaborazione. Per accelerare lo sviluppo e rendere le macchine METIS facilmente programmabili anche dall'utente, è stato scelto di rendere l'interfaccia al modulo CPU compatibile con la scheda Arduino Due. Tale scheda offre infatti una buona potenza di calcolo grazie al microcontrollore Microchip (Atmel) Cortex-M3 con clock fino a 86MHz e un ricco set di I/O. L'ambiente gratuito di programmazione e la comunità ricca di esempi e progetti già realizzati aprono ad una vasta platea di utenti la possibilità di implementare velocemente applicazioni di media complessità. Rimane tuttavia possibile anche la realizzazione di schede CPU personalizzate, che sfruttino la medesima interfaccia ai segnali della scheda Main.



Interfaccia Scheda MAIN – Modulo CPU

La scheda MAIN fornisce alla scheda CPU un'alimentazione di 15V e **converte i segnali digitali di ingresso a 3,3V per essere compatibili con la scheda Arduino 2**. Quest'ultima tensione è chiamata **VDD-CPU** e potrebbe essere differente nel caso dell'adozione di una scheda CPU differente.

Un'ulteriore possibilità offerta dall'interfaccia modulo CPU è quella di poter realizzare una matrice di connessione tra segnali, sia senza CPU (macchina METIS di tipo manuale) sia con CPU (macchina semi-automatica).



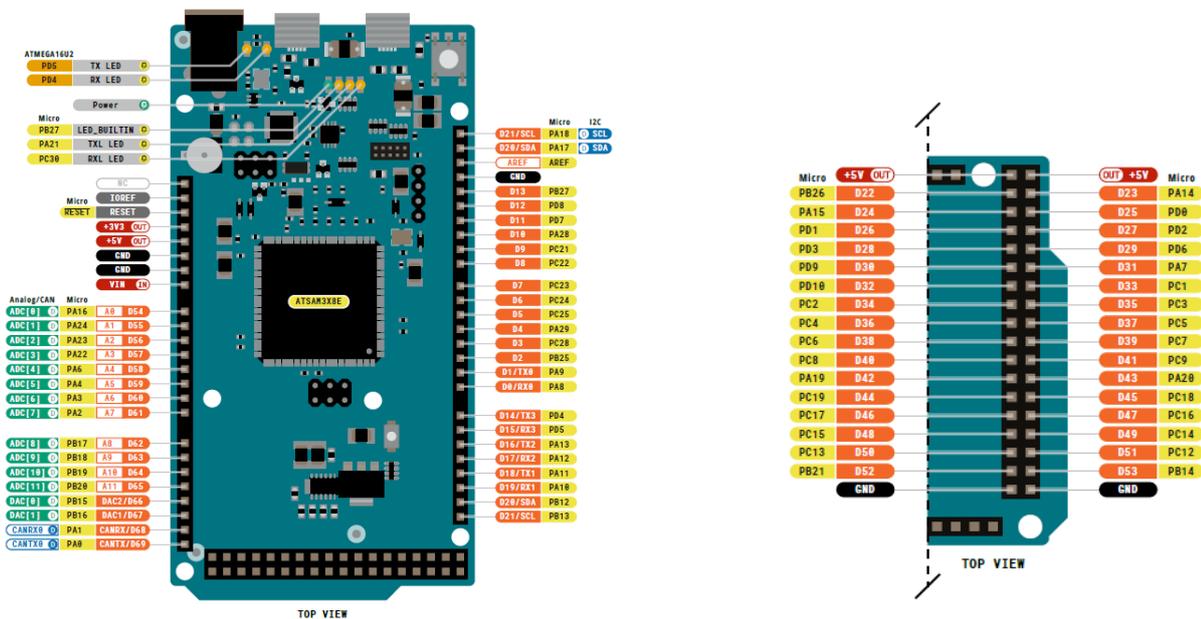
9.1 Scheda Arduino (Mega) Due

Dalla documentazione ufficiale di Arduino, si riportano alcune caratteristiche di **Arduino (Mega) Due**:

- 54 pin I/O digitali (12 dei quali utilizzabili come input PWM)
- 12 input analogici
- 4 UART
- Clock 84 MHz
- 96 kByte di SRAM
- 512 kBytes di memoria flash
- Controller DMA
- Connettività USB On-The-Go (OTG)
- Corrente complessiva sulle linee I/O: 130 mA
- Corrente massima su Pin 3.3V: 800 mA
- Corrente massima su Pin 5V: 800 mA
- 2 DAC a 12 bit
- 2 TWI
- Connettore SPI
- Connettore JTAG
- Compatibile con shield Arduino con alimentazione 3.3 V e con pinout Arduino 1.0



Il pinout di interconnessione indicato dalla documentazione ufficiale di Arduino risulta compatibile con l'interfaccia su scheda MAIN:



Legend: <ul style="list-style-type: none"> Power Input Power Output Ground GPIO Digital External Analog External Main Part Secondary Part Internal Component Other Pins (Reset, System Control, Debugging) I2C SPI UART/USART Other SERIAL Analog PWM/Timer Default Default Default Default Default LED 	<p>MAXIMUM current per I/O lines is 150mA</p> <p>The ADC's channel 15 is not available because connected to the ATSAM3X8E temperature sensor</p> <p>To check the maximum currents applicable per pins please see the documentation on DOCS. ARDUINO.CC/HARDWARE/DUE</p> <p>CIPRO/COPI have previously been referred to as MIS0/MISO1</p>	<p>SKU code: AR00056 Full Pinout - Page 1 of 8 Last update: 7 Jul, 2012</p> <p>DOCS. ARDUINO.CC</p> <p>This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/ or send a letter to Creative Commons, 171 Zeeburg Drive, Mountain View, CA 94041, USA.</p>
--	--	--

I/O della scheda Arduino Due

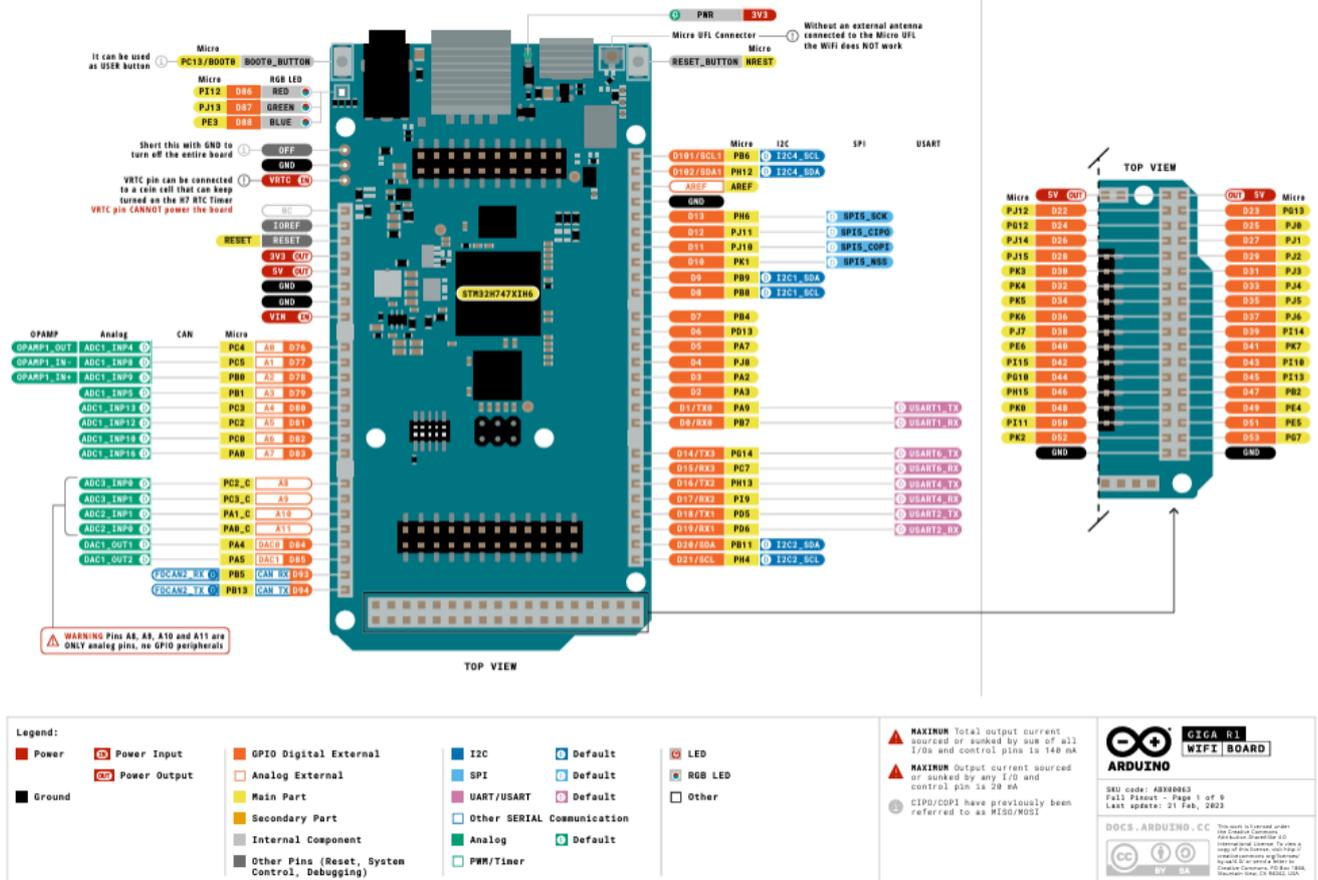
Si invita comunque l'utente a consultare la documentazione aggiornata Arduino sul sito <https://www.arduino.cc/>

9.2 Scheda Arduino Giga R1 WiFi

E' inoltre possibile utilizzare la scheda **Arduino Giga R1 (WiFi)**, la quale costituisce un'evoluzione della serie Mega di cui conserva però il footprint di collegamento, rimanendo dunque direttamente utilizzabile sulle macchine METIS e offrendo prestazioni nettamente più avanzate oltre ad un range di alimentazione 6 – 24Vcc, perfetto per la macchina METIS. Sempre dalla documentazione ufficiale di Arduino, si evidenziano alcune caratteristiche della scheda:

- STM32H747XIH6 Microcontroller Dual-core 32-bit Arm® Cortex®-M7 core with double-precision FPU and L1 cache up to 480 MHz + 32-bit Arm® 32-bit Cortex®-M4 core with FPU up to 240 MHz
- Full set of DSP instructions and Memory Protection Unit (MPU)
- Murata® 1DX Wi-Fi®/Bluetooth® Module Wi-Fi® 802.11b/g/n 65 Mbps Bluetooth® Low Energy (version 5.X via Cordio stack, version 4.2 via Arduino Stack) + Micro UFL connector for external antenna
- Memory:
 - STM32H747XI 2 MB Flash 1 MB RAM
 - AT25SF128A-MHB-T 16 MB NOR Flash QSPI Interface
 - AS4C4M16SA 8 MB SDRAM
- Digital I/O Pins: 76
- Analog input pins: 12
- PWM pins: 13
- Analog output pins (DAC0/DAC1): 2
- USB Host: USB 2.0 A
- USB Peripheral: USB-C®
- Logic level: 3.3V
- VRTC: To power the RTC while the board is off
- OFF pin: To turn off the board
- Communication 4x UART 3x I2C 2x SPI 1x CAN (an external transceiver is required)
- Secure Element ATECC608A-MAHDA-T Module
- Camera: 20 pin Arducam camera connector
- Display: D1N, D0N, D1P, D0P, CKN, CKP, D68-D75
- Audio jack: DAC0, DAC1, A7
- JTAG connector
- Micro UFL connector





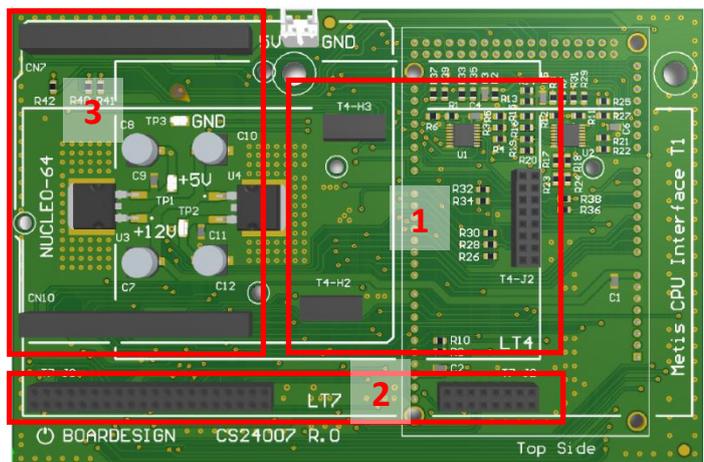
I/O della scheda Arduino Giga R1

Si invita comunque l'utente a consultare la documentazione aggiornata Arduino sul sito <https://www.arduino.cc/>

9.3 Scheda di adattamento BD24007

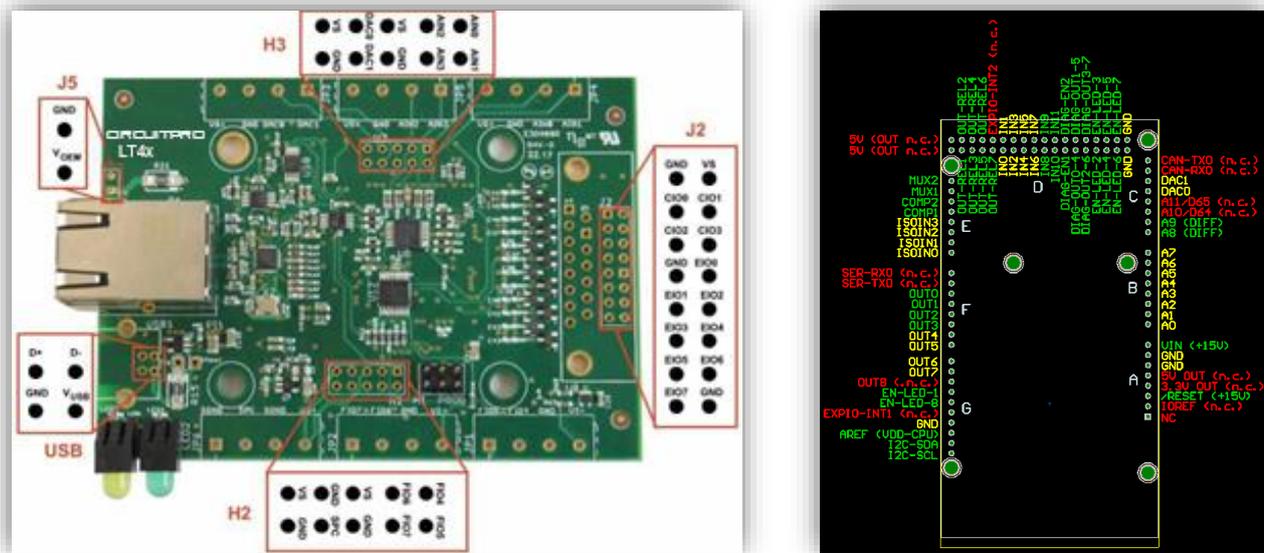
Per aumentare le possibilità di controllo di una macchina METIS, è disponibile la scheda di adattamento BD24007 che si integra nella struttura della macchina collegandosi allo zoccolo CPU della scheda MAIN (lato BOTTOM della scheda di adattamento). Sul lato TOP la scheda BD24007 può ospitare 3 tipologie di CPU differenti (alternative):

1. Una scheda CircuitPro LT4x (dove la x indica il tipo di firmware caricato per la gestione delle funzionalità interne).
2. Una scheda CircuitPro LT7x (dove la x indica il tipo di firmware caricato per la gestione delle funzionalità interne). E' un modello più avanzato rispetto alla scheda LT4x e può controllare un numero maggiore di I/O.



- Una scheda ST NUCLEO-64 tramite l'interfaccia Morpho (2 x strip a 38 pin su due file) che caratterizza queste schede. In particolare, l'adattamento è pensato per le schede NUCLEO-F401RE, NUCLEO-F411RE, NUCLEO-F446RE (famiglia microcontrollori STM32F4) ed è allo studio l'interfacciamento della scheda NUCLEO-H503RB (microcontrollore STM32H503).

9.4 Scheda CircuitPro LT41 (LT4x)



Scheda CircuitPro LT4x e pin collegati su zoccolo CPU (gialli)

La scheda LT4x è basata su microcontrollore a 32 bit PIC32 e offre una connessione ethernet, un server MODBUS e un interprete di linguaggio LUA. La scheda si connette alla scheda BD24007 tramite i connettori **H2**, **H3** e **J2**. Il connettore J5 può essere utilizzato per l'alimentazione, che deve essere 5±0.25 V. Le caratteristiche tecniche della scheda sono riportate qui di seguito:

- 4 x input analogici 10V SE (Single Ended)
- ADC con risoluzione 12-bit
- Analog Extended Features (AIN-EF) per operazioni matematiche sui campionamenti (Min, Max, Avg, RMS, ecc.): queste funzionalità sono supportate solo in command-response mode e non in stream mode
- Maximum Input Stream Rate of 2.5-50 kHz (dipende dalla risoluzione)
- 2 x output analogici 5V (DAC a 10 bit)
- 8 x flexible I/O (analogici 0-2.4V SE o Diff. oppure digitali 0 – 3.3V)
- 8 x input digitali (0 – 3.3V)
- Multiple 32 bit counters
- Multiple timers (PWM output, pulse timing, pulse counting, and quadrature input)
- Supporta SPI, I2C e Asynchronous Serial Protocols (Master)
- Supporta Software or Hardware Timed Acquisition
- **Modbus TCP**
- Industrial temperature range (-40 to 85°C)

- Supporta scripts in **LUA**.

Le funzionalità delle varie porte di LT4x sono schematizzate nelle figure seguenti; ai pin riportati si aggiungono anche 2 uscite analogiche DAC0 e DAC1.

		AIN (0-3)				FIO (4-7)				EIO (0-7)							CIO (0-3)					
		0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	
DIO Number		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Available Digital I/O						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Available Analog I/O		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓									

		Built-in Analog Inputs															Extended Channels	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AIN (48-127)
AIN		AIN (0-3) High-Voltage ±10V			AIN (4-11) Low-Voltage 0-2.5V						N/A						N/A	

Tipologia analogica o digitale dei vari pin di LT4x. Quelli con doppia natura sono definiti come Flexible I/O

La configurazione dei collegamenti è compatibile con il software di interfaccia METIS-LAB. Nella figura sopra è riportata la suddivisione dello zoccolo per CPU nelle sezioni **A, B, C, D, E, F, G**, costituite da strip femmina a passo 2,54mm e la denominazione dei pin a disposizione. In particolare: i pin rossi non sono fisicamente collegati sulla scheda MAIN, i pin verdi - gialli sono quelli sfruttabili, di cui quelli gialli sono effettivamente collegati alla scheda LT4x.

Nascondendo l'instradamento effettuato dalla scheda di adattamento, l'effettivo collegamento tra i segnali della scheda LT4x e lo zoccolo CPU della scheda MAIN risulta come nelle tabelle seguenti:

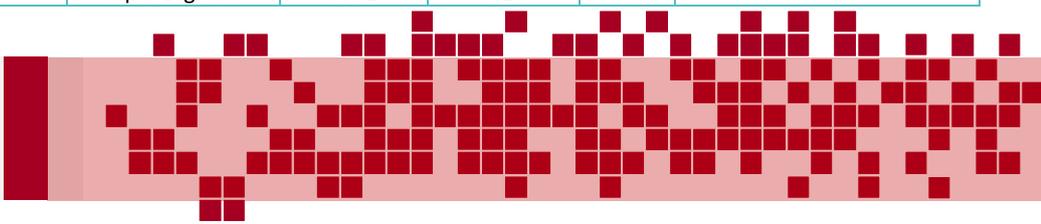
Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Tipo (per CPU)	Porta LT4x	Conn. LT4x	N° Pin	Note
D	75	IN0	Input Digitale	FIO4	H2	1	
D	76	IN1	Input Digitale	FIO5	H2	2	
F	39	OUT4	Output Digitale	FIO6	H2	3	
F	40	OUT5	Output Digitale	FIO7	H2	4	
		N.C.		VS	H2	5	
D	52		Ground	GND	H2	6	
		N.C.		GND	H2	7	
		N.C.		SPC	H2	8	
		N.C.		VS	H2	9	
		N.C.		GND	H2	10	

Collegamenti sul connettore H2 di LT4x (segnali digitali)

Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Tipo (per CPU)	Porta LT4x	Conn. LT4x	N° Pin	Note
B	9	A0	Input Analogico	AIN0	H3	1	
B	10	A1	Input Analogico	AIN1	H3	2	
B	11	A2	Input Analogico	AIN2	H3	3	
B	12	A3	Input Analogico	AIN3	H3	4	
		N.C.		VS	H3	5	
A	6	GND	Ground	GND	H3	6	
C	21	DAC0	Output Analogico	DAC0	H3	7	
C	22	DAC1	Output Analogico	DAC1	H3	8	
		N.C.		VS	H3	9	
D	51	GND	Ground	GND	H3	10	

Collegamenti sul connettore H3 di LT4x (segnali analogici)

Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Tipo (per CPU)	Porta LT4x	Conn. LT4x	N° Pin	Note
				GND	J2	1	
		N.C.		VS	J2	2	
E	32	ISOIN0	Input Digitale	CIO0	J2	3	
E	31	ISOIN1	Input Digitale	CIO1	J2	4	



E	30	ISOIN2	Input Digitale	CIO2	J2	5	Altern.: SDA (I2C software)
E	29	ISOIN3	Input Digitale	CIO3	J2	6	Altern.: SCL (I2C software)
A	7	GND	Ground	GND	J2	7	
B	13	A4	Input Analogico	EIO0	J2	8	
B	14	A5	Input Analogico	EIO1	J2	9	
B	15	A6	Input Analogico	EIO2	J2	10	
B	16	A7	Input Analogico	EIO3	J2	11	
D	73	IN2	Input Digitale	EIO4	J2	12	
D	74	IN3	Input Digitale	EIO5	J2	13	Altern.: out MUX1/MUX2
G	41	OUT6	Output Digitale	EIO6	J2	14	
G	42	OUT7	Output Digitale	EIO7	J2	15	
G	47	GND		GND	J2	16	

Collegamenti sul connettore J2 di LT4x (segnali misti)

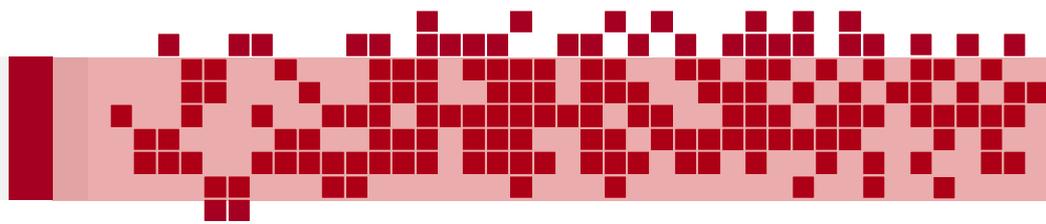
I moduli della serie LTxx possiedono delle cosiddette Extended Features (EF) che possono essere configurate direttamente sul modulo per applicare delle funzionalità avanzate agli I/O. La figura a lato illustra la mappatura di queste funzionalità sui vari pin di LT4x. Il collegamento ai segnali della scheda MAIN tiene conto di tali EF.

T4 Digital I/O Extended Features	Index#	AIN (0-3)	FIO (4-7)				EIO (0-7)						CIO (0-3)					
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
PWM Out	0				✓	✓												
PWM Out with Phase	1				✓	✓												
Pulse Out	2				✓	✓												
Frequency In	3,4			✓	✓													
Pulse Width In	5			✓	✓													
Line-to-Line In*	6			✓	✓													
High-Speed Counter	7															✓	✓	✓
Interrupt Counter	8			✓	✓	✓	✓	✓										
Interrupt Counter with Debounce	9			✓	✓	✓	✓	✓										
Quadrature In*	10			✓	✓	✓	✓	✓										
Interrupt Frequency In	11			✓	✓	✓	✓	✓										
Conditional Reset	12			✓	✓	✓	✓	✓										

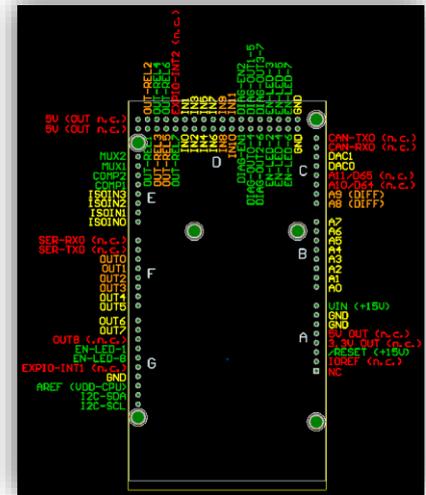
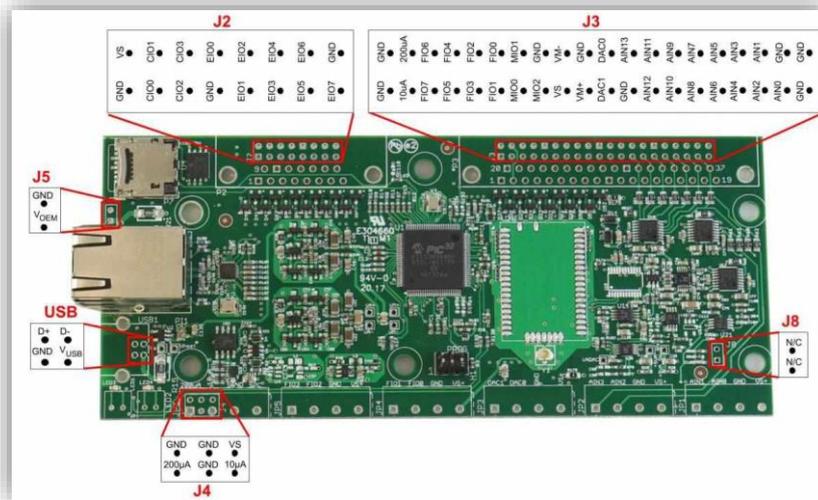
Mappatura Extended Features su LT4x

Dunque, all'interno di una macchina METIS T1 (type 1), la scheda LT4x è in grado di gestire direttamente:

- 8 ingressi analogici SE (A0 – A7)
- 4 ingressi digitali non isolati (IN0 – IN3)
- 4 ingressi digitali isolati (ISOIN0 – ISOIN3)
- 4 uscite digitali smart high-side (OUT4 – OUT7)
- 2 uscite analogiche (DAC0 – DAC1)
- 1 collegamento ethernet con PC
- 1 collegamento USB 2.0 con PC (opzionale)



9.5 Scheda CircuitPro LT71 (LT7x)



Scheda CircuitPro LT7x e pin collegati su zoccolo CPU (gialli e arancioni)

Anche la scheda LT7x è basata su microcontrollore a 32 bit PIC32 e offre una connessione ethernet, un server MODBUS e un interprete di linguaggio LUA. Si differenzia da LT4x per la gestione di un numero maggiore di I/O, una maggiore risoluzione e una più alta velocità di campionamento dei segnali analogici, la possibile programmazione del range degli input analogici e funzioni più avanzate, come un interfacciamento diretto a vari tipi di sensori. La scheda si connette alla scheda BD24007 tramite i connettori **J2** e **J3**. Nella figura sopra è riportata la suddivisione dello zoccolo per CPU nelle sezioni **A, B, C, D, E, F, G** costituite da strip femmina a passo 2,54mm e lo sfruttamento dei pin a disposizione. In particolare: i pin rossi non sono fisicamente collegati sulla scheda MAIN-CPU, i pin verdi – gialli – arancioni sono quelli sfruttabili, di cui quelli gialli e arancioni sono effettivamente utilizzati per il collegamento della scheda LT7x. Ecco le caratteristiche principali della scheda:

- 14 x input analogici 10V SE (Single Ended) o 7 x Differenziali
- ADC con risoluzione 16-bit
- Frequenza di campionamento fino a 100 kS/s
- Risoluzione configurabile via software
- Analog input ranges: $\pm 10V$, $\pm 1V$, $\pm 0.1V$ and $\pm 0.01V$
- Analog Extended Features (AIN-EF) per operazioni matematiche sui campionamenti (Min, Max, Avg, RMS, ecc.) e configurazione sensori di temperatura: queste funzionalità sono supportate solo in command-response mode e non in stream mode
- Built-In CJC Temperature Sensor per un facile collegamento a termocoppie
- Integrazione facilitata con sensori quali termocoppie, celle di carico, ponti, ecc...
- 2 x output analogici 5V (DAC a 10 bit)
- 8 x flexible I/O (analogici 0-2.4V SE o Diff. oppure digitali 0 – 3.3V)
- 23 x input digitali (0 – 3.3V)
- 5 x output PWM con controllo di fase
- 5 x Pulse Output con ampiezza, frequenza e ripetizioni configurabili
- 2 x Frequency Input con misura di frequenza e periodo

- 2 x Pulse Input con misura dei tempi di High e di Low e del Duty Cycle
- 2 x Line-to-Line Inputs con misura del tempo tra 2 fronti di 2 linee differenti
- 4 x High-Speed Counters
- Multiple timers (PWM output, pulse timing, pulse counting, and quadrature input)
- 3 coppie di Quadrature Inputs
- Supporta SPI, I2C e Asynchronous Serial Protocols (Master)
- Supporta Software or Hardware Timed Acquisition
- **Modbus TCP**
- Industrial temperature range (-40 to 85°C)
- Supporta scripts in **LUA**.

Nascondendo l'instradamento effettuato dalla scheda di adattamento, l'effettivo collegamento tra i segnali della scheda LT7x e lo zoccolo CPU della scheda MAIN risulta come nelle tabelle seguenti

Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Tipo (per CPU)	Porta LT7x	Conn. LT7x	N° Pin	Note
				GND	J2	1	
		N.C.		VS	J2	2	
E	32	ISOIN0	Input Digitale	CIO0	J2	3	
E	31	ISOIN1	Input Digitale	CIO1	J2	4	
E	30	ISOIN2	Input Digitale	CIO2	J2	5	Altern.: SDA (I2C software)
E	29	ISOIN3	Input Digitale	CIO3	J2	6	Altern.: SCL (I2C software)
		N.C.		GND	J2	7	
D	81	OUT-REL3	Output Relay	EIO0	J2	8	
D	79	OUT_REL5	Output Relay	EIO1	J2	9	
D	75	IN0	Input Digitale	EIO2	J2	10	
D	76	IN1	Input Digitale	EIO3	J2	11	
D	73	IN2	Input Digitale	EIO4	J2	12	
D	74	IN3	Input Digitale	EIO5	J2	13	Altern.: out MUX1/MUX2
G	41	OUT6	Output Digitale	EIO6	J2	14	
G	42	OUT7	Output Digitale	EIO7	J2	15	
G	47	GND	Ground	GND	J2	16	

Collegamenti sul connettore J2 di LT7x (segnali misti)

Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Tipo (per CPU)	Porta LT7x	Conn. LT7x	N° Pin	Note
		N.C.		GND	J3	1	
		N.C.		GND	J3	2	
		N.C.		10uA	J3	3	
		N.C.		200uA	J3	4	
D	70	IN7	Input Digitale	FIO7	J3	5	Alternativa: IN COMP2
D	69	IN6	Input Digitale	FIO6	J3	6	Alternativa: IN COMP1
F	38	OUT3	Output Digitale	FIO5	J3	7	
F	37	OUT2	Output Digitale	FIO4	J3	8	
F	36	OUT1	Output Digitale	FIO3	J3	9	
F	35	OUT0	Output Digitale	FIO2	J3	10	
D	72	IN5	Input Digitale	FIO1	J3	11	
D	71	IN4	Input Digitale	FIO0	J3	12	
F	39	OUT4	Output Digitale	MIO0	J3	13	
F	40	OUT5	Output Digitale	MIO1	J3	14	
D	84	OUT_REL2	Output Relay	MIO2	J3	15	
D	52	GND	Ground	GND	J3	16	
		N.C.		VS	J3	17	
		N.C.		VM-	J3	18	
		N.C.		VM+	J3	19	

		N.C.		GND	J3	20	
C	22	DAC1	Output Analogico	DAC1	J3	21	
C	21	DAC0	Output Analogico	DAC0	J3	22	
D	51	GND	Ground	GND	J3	23	
D	66	IN11	Input Digitale	AIN13	J3	24	Digitale su analogico (lento)
D	65	IN10	Input Digitale	AIN12	J3	25	Digitale su analogico (lento)
D	68	IN9	Input Digitale	AIN11	J3	26	Digitale su analogico (lento)
D	67	IN8	Input Digitale	AIN10	J3	27	Digitale su analogico (lento)
C	18	A9	Input analogico	AIN9	J3	28	
C	17	A8	Input analogico	AIN8	J3	29	
B	16	A7	Input analogico	AIN7	J3	30	
B	15	A6	Input analogico	AIN6	J3	31	
B	14	A5	Input analogico	AIN5	J3	32	
B	13	A4	Input analogico	AIN4	J3	33	
B	12	A3	Input analogico	AIN3	J3	34	
B	11	A2	Input analogico	AIN2	J3	35	
B	10	A1	Input analogico	AIN1	J3	36	
B	9	A0	Input analogico	AIN0	J3	37	
A	6	GND	Ground	GND	J3	38	
A	7	GND	Ground	GND	J3	39	
		N.C.		GND	J3	40	

Collegamenti sul connettore J3 di LT7x (segnali misti)

La mappatura delle porte digitali su LT7x e le Extended Features (EF) associate sono descritte qui sotto e a lato:

	FIO (0-7)							EIO (0-7)							CIO (0-3)			MIO (0-2)					
	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	0	1	2
DIO Number	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Available Digital I/O	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

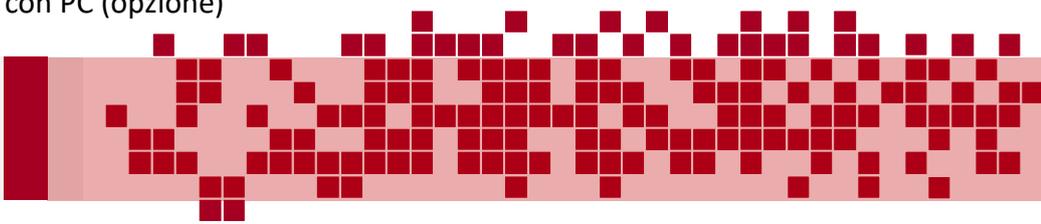
AIN	Built-in Analog Inputs															Extended Channels AIN (48-127)
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
T7	AIN (0-13) High-Voltage ±10V Options: SE/Diff, Gains (1000x, 100x, 10x, 1)													Special Channels	AIN (48-127) Mux80	

Distribuzione dei pin di LT7x e Extended Features

T7 Digital I/O Extended Features	Feature	Index#	FIO (0-7)							EIO (0-7)							CIO (0-3)						
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	2
PWM Out	0		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
PWM Out with Phase	1		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Pulse Out	2		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Frequency In	3,4		✓	✓																			
Pulse Width In	5		✓	✓																			
Line-to-Line In*	6		✓	✓																			
High-Speed Counter	7																				✓	✓	✓
Interrupt Counter	8		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Interrupt Counter with Debounce	9		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Quadrature In*	10		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Interrupt Frequency In	11		✓	✓	✓	✓	✓	✓															
Conditional Reset	12		✓	✓	✓	✓	✓	✓															

Dunque, all'interno di una macchina METIS T1 (type 1), la scheda LT7x è in grado di gestire direttamente:

- 8 ingressi analogici SE (A0 – A7)
- 2 ingressi analogici differenziali (A8 – A9)
- 12 ingressi digitali non isolati (IN0 – IN11)
- 4 ingressi digitali isolati (ISOIN0 – ISOIN3)
- 8 uscite digitali smart high-side (OUT0 – OUT7)
- 2 uscite analogiche (DAC0 – DAC1)
- 3 uscite relays (OUT_REL2, OUT_REL3, OUT_REL5)
- 1 collegamento ethernet con PC
- 1 collegamento USB 2.0 con PC (opzione)

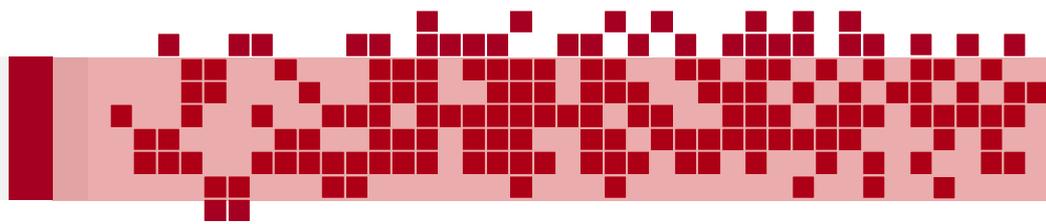


Le schede Nucleo-64 presentano anche una connessione del tipo Arduino UNO che può essere utilizzata per collegare shields per Arduino e schede accessorie della stessa ST.

CN7 odd pins		CN7 even pins		CN10 odd pins		CN10 even pins	
Pin	Name	Name	Pin	Pin	Name	Name	Pin
1	PC10	PC11	2	1	PC9	PC8	2
3	PC12	PD2	4	3	PB8	PC6	4
5	VDD	E5V	6	5	PB9	PC5	6
7	BOOT0 ⁽¹⁾	GND	8	7	AVDD	U5V ⁽²⁾	8
9	-	-	10	9	GND	-	10
11	-	IOREF	12	11	PA5	PA12	12
13	PA13 ⁽³⁾	RESET	14	13	PA6	PA11	14
15	PA14 ⁽³⁾	+3.3V	16	15	PA7	PB12	16
17	PA15	+5V	18	17	PB6	-	18
19	GND	GND	20	19	PC7	GND	20
21	PB7	GND	22	21	PA9	PB2	22
23	PC13	VIN	24	23	PA8	PB1	24
25	PC14	-	26	25	PB10	PB15	26
27	PC15	PA0	28	27	PB4	PB14	28
29	PH0	PA1	30	29	PB5	PB13	30
31	PH1	PA4	32	31	PB3	AGND	32
33	VBAT	PB0	34	33	PA10	PC4	34
35	PC2	PC1 or PB9 ⁽⁴⁾	36	35	PA2	-	36
37	PC3	PC0 or PB8 ⁽⁴⁾	38	37	PA3	-	38

1. The default state of BOOT0 is LOW. It can be set to HIGH when a jumper is on pin5-7 of CN7. Two unused jumpers are available on CN11 and CN12 (bottom side of the board).
2. U5V is 5 V power from ST-LINK/V2-1 USB connector and it rises before +5V.
3. PA13 and PA14 share with SWD signals connected to ST-LINK/V2-1, it is not recommended to use them as IO pins if the ST-LINK part is not cut.
4. Refer to [Table 10: Solder bridges](#) for details

Distribuzione segnali microcontrollore su connettori Morpho delle schede NUCLEO-F4xxRE

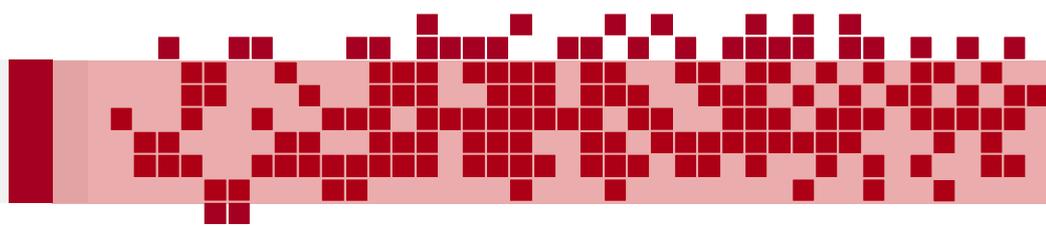


CN7 odd pins		CN7 even pins		CN10 odd pins		CN10 even pins	
1	PC10	2	PC11	1	-	2	PC8 ⁽⁷⁾ /PA9 ⁽⁸⁾
3	PC12	4	PD2	3	PB6	4	PA12 ⁽⁶⁾
5	VDD	6	E5V	5	PB7	6	PC5
7	BOOT0 ⁽¹⁾	8	GND	7	AVDD ⁽²⁾	8	VBUS_STLK ⁽³⁾
9	-	10	-	9	GND	10	-
11	-	12	IOREF	11	PA5	12	PA12 ⁽⁴⁾
13	PA13 ⁽⁵⁾	14	NRST	13	PA6	14	PA11 ⁽⁴⁾
15	PA14 ⁽⁵⁾	16	3V3	15	PA7	16	PB12
17	PA15	18	5V	17	PC9	18	-
19	GND	20	GND	19	PC6	20	GND
21	-	22	GND	21	PC7	22	PB2
23	PC13	24	VIN	23	PA8	24	PB1 ⁽⁷⁾
25	PC14	26	-	25	PB10	26	PB15
27	PC15	28	PA0	27	PB4	28	PB14
29	PF0	30	PA1	29	PB5	30	PB13
31	PF1	32	PA2 ⁽⁷⁾ /PB1 ⁽⁸⁾	31	PB3	32	AGND
33	VBAT	34	PB0	33	PA10 ⁽⁷⁾ /PC8 ⁽⁸⁾	34	PC4
35	PC2	36	PC1 ⁽⁶⁾ /PB7	35	PB14	36	PB8
37	PC3	38	PC0 ⁽⁶⁾ /PB6	37	PB15	38	-

1. BOOT0 is set to '0' by default. It can be set to '1' with a jumper plugged between pin5 (VDD) and pin7 (BOOT0) of CN7.
2. AVDD is connected to VDD_MCU by default (R33 fitted).
3. VBUS_STLK is the 5 V power from the STLINK-V3EC USB connector. It rises before the 5 V of the STM32H5 Nucleo-64 board.
4. PA11 and PA12 are shared with USB signals connected to a USB Type-C[®] connector. It is not recommended to use them as I/O pins. By default, they are connected to D+/D- signals (SB13 and SB17 ON).
5. PA13 and PA14 are shared with SWD signals connected to STLINK-V3EC. It is not recommended to use them as I/O pins. By default, they are used as SWD signals (SB40 and SB41 ON).
6. The default configuration is in bold.
7. Valid for NUH503RB\$MR1 and NUH503RB\$MR2 only
8. Valid for NUH503RB\$MR1 only

Distribuzione segnali microcontrollore su connettori Morpho della scheda NUCLEO-H503RB

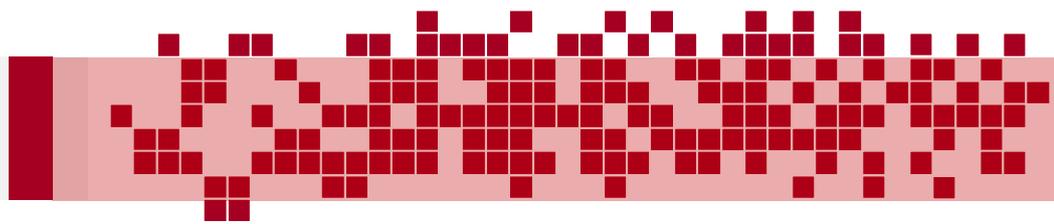
Per la tipologia dei segnali corrispondenti alle porte descritte nelle 2 tabelle precedenti si rimanda ai datasheets dei microcontrollori STM32F446 e STM32H503 (versioni a 64 pin) e, più in generale, alla documentazione aggiornata di ST (www.st.com).



La connessione con lo zoccolo CPU viene effettuata tramite i connettori Morpho **CN7** e **CN10**:

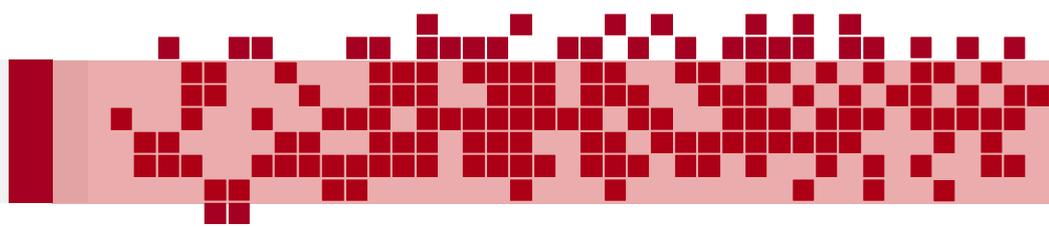
Sez. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Segnale NUCLEO	Porta Micro	Conn. NUCLEO	N° Pin	Note
D	81	OUT-REL3	I/O	PC10	CN7	1	
D	84	OUT-REL2	I/O	PC1	CN7	2	
D	79	OUT-REL5	I/O	PC12	CN7	3	
D	68	IN9	TIM3 ETR	PD2	CN7	4	
				VDD	CN7	5	1.7 to 3.6 V
				ESV	CN7	6	External 5V (4.75 – 5.25) @ 500mA (alternativa a VIN)
				BOOT0	CN7	7	Default Low (short pin 5-7)
G	7	GND		GND	CN7	8	
				N.C.	CN7	9	
				N.C.	CN7	10	
				N.C.	CN7	11	
				IOREF	CN7	12	
			SW_DIO	PA13	CN7	13	Connesso a ST-LINK/V2-1
				RESET	CN7	14	
			SW_CLK	PA14	CN7	15	Connesso a ST-LINK/V2-1
				+3.3V	CN7	16	Input/Output (vedi figura)
D	75	IN0	TIM2 CH1(ETR)	PA15	CN7	17	
				+5V	CN7	18	Output Nucleo (vedi figura)
				GND	CN7	19	
D	52	GND		GND	CN7	20	
G	49	I2C SDA	I2C1 SDA	PB7	CN7	21	
				GND	CN7	22	
D	80	OUT-REL6	I/O (Eventout)	PC13	CN7	23	
				VIN	CN7	24	Power input 7 to 12V (max 250mA @ 12V)
E	28	COMP1 (jumper)	OSC32_IN	PC14	CN7	25	
				N.C.	CN7	26	
E	27	COMP2 (jumper)	OSC32_OUT	PC15	CN7	27	
B	9	A0	ADC123 A0	PA0	CN7	28	
			OSC_IN	PH0	CN7	29	
B	10	A1	ADC123 A1	PA1	CN7	30	
			OSC_OUT	PH1	CN7	31	
C	21	DAC0	DAC OUT1	PA4	CN7	32	
				VBAT	CN7	33	1.65 to 3.6 V per RTC e backup registers
B	15	A6	ADC12 A8	PB0	CN7	34	
E	26	MUX1	I/O(ADC123 A12)	PC2	CN7	35	
C	18	A9	I/O[ADC123 A11]	PC1[PB9]	CN7	36	
E	25	MUX2	I/O(ADC123 A13)	PC3	CN7	37	
C	17	A8	I/O[ADC123 A10]	PC0[PB8]	CN7	38	

Connessioni CN7 Morpho schede Nucleo-64



Conn. MAIN	N° Pin	Segnale MAIN	Segnale NUCLEO	Porta Micro	Conn. NUCLEO	N° Pin	Note
E	29	ISOIN3	TIM3 CH4	PC9	CN10	1	
E	30	ISOIN2	TIM3 CH3	PC8	CN10	2	
D	70	IN7		PB8	CN10	3	
E	32	ISOIN0	TIM3 CH1	PC6	CN10	4	
D	67	IN8	I/O	PB9	CN10	5	
G	42	OUT7	I/O	PC5	CN10	6	
				AVDD	CN10	7	1.7 to 3.6 V per ADC / PLL deve essere VDD + filtro
				U5V	CN10	8	5V da ST-LINK/V2-1 (USB)
D	51			GND	CN10	9	
				N.C.	CN10	10	
C	22	DAC1	DAC OUT2	PA5	CN10	11	
D	65	IN10	TIM1 ETR	PA12	CN10	12	
B	13	A4	ADC12 A6	PA6	CN10	13	
F	38	OUT3	TIM1 CH4	PA11	CN10	14	
B	14	A5	ADC12 A7	PA7	CN10	15	
D	66	IN11	TIM1 BKN	PB12	CN10	16	
G	50	I2C SCL	I2C1 SCL	PB6	CN10	17	
				N.C.	CN10	18	
E	31	ISOIN1	TIM3 CH2	PC7	CN10	19	
A	6	GND		GND	CN10	20	
F	36	OUT1	TIM1 CH2	PA9	CN10	21	
D	69	IN6	I/O	PB2	CN10	22	
F	35	OUT0	TIM1 CH1	PA8	CN10	23	
B	16	A7	ADC12 A9	PB1	CN10	24	
D	73	IN2	TIM2 CH3	PB10	CN10	25	
G	41	OUT6	TIM1 CH3N	PB15	CN10	26	
D	74	IN3	I/O (NJTRST)	PB4	CN10	27	
F	40	OUT5	TIM1 CH2N	PB14	CN10	28	
D	71	IN4	I/O	PB5	CN10	29	
F	39	OUT4	TIM1 CH1N	PB13	CN10	30	
D	76	IN1	TIM2 CH2	PB3	CN10	31	
A	7	GND		AGND	CN10	32	
F	37	OUT2	TIM1 CH3	PA10	CN10	33	
D	72	IN5	I/O(ADC12 A14)	PC4	CN10	34	
B	11	A2	ADC123 A2	PA2	CN10	35	
				N.C.	CN10	36	
B	12	A3	ADC123 A3	PA3	CN10	37	
				N.C.	CN10	38	

Connessioni CN10 Morpho schede Nucleo-64



Relativamente alla scheda Nucleo-64 occorre prestare attenzione alle alimentazioni che possono provenire dal collegamento USB (se presente) oppure fornite dall'esterno:

External power supply inputs: VIN and E5V

The external power sources VIN and E5V are summarized in [Table 7](#). When the board is power supplied by VIN or E5V, the jumpers configuration must be the following:

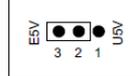
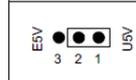
- Jumper on JP5 pin 2 and pin 3
- Jumper removed on JP1

Table 7. External power sources

Input power name	Connectors pins	Voltage range	Max current	Limitation
VIN	CN6 pin 8 CN7 pin 24	7 V to 12 V	800 mA	From 7 V to 12 V only and input current capability is linked to input voltage: 800 mA input current when $V_{in} = 7 V$ 450 mA input current when $7 V < V_{in} \leq 9 V$ 250 mA input current when $9 V < V_{in} \leq 12 V$
E5V	CN7 pin 6	4.75 V to 5.25 V	500 mA	-

Table 8. Power-related jumper

Jumper	Description
JP5	U5V (ST-LINK VBUS) is used as a power source when JP5 is set as shown below (Default setting)
	VIN or E5V is used as a power source when JP5 is set as shown below.



Using VIN or E5V as external power supply

VIN or E5V can be used as an external power supply in case the current consumption of the STM32 Nucleo and extensions boards exceeds the allowed current on USB. In this condition, it is still possible to use the USB for communication, for programming or debugging only, but it is mandatory to power supply the board first using VIN or E5V then connect the USB cable to the PC. Proceeding this way ensures that the enumeration occurs thanks to the external power source.

1. Connect the jumper between pin 2 and pin 3 of JP5
2. Check that JP1 is removed
3. Connect the external power source to VIN or E5V
4. Power on the external power supply $7 V < V_{in} < 12 V$ to VIN, or 5 V for E5V
5. Check that LD3 is turned ON
6. Connect the PC to USB connector CN1

If this order is not respected, the board may be supplied by VBUS first then by VIN or E5V, and the following risks may be encountered:

1. If more than 300 mA current is needed by the board, the PC may be damaged or the current supply can be limited by the PC. As a consequence, the board is not powered correctly.
2. 300 mA is requested at enumeration (since JP1 must be OFF) so there is a risk that the request is rejected and the enumeration does not succeed if the PC cannot provide such current. Consequently, the board is not power supplied (LED LD3 remains OFF).

External power supply input: +3.3V

It can be of interest to use the +3.3V (CN6 pin 4 or CN7 pin 12 and pin 16) directly as power input for instance in case the 3.3V is provided by an extension board. When the STM32 Nucleo board is power supplied by +3.3V, the ST-LINK is not powered, thus the programming and debug features are unavailable. The +3.3V external power source is summarized in [Table 9](#).

Table 9. +3.3 V external power source

Input power name	Connectors pins	Voltage range	Limitation
+3.3V	CN6 pin 4 CN7 pin 12 and pin 16	3 V to 3.6 V	Used when ST-LINK part of PCB is cut or SB2 and SB12 OFF

Two different configurations are possible when using +3.3V to power the board:

- ST-LINK is removed (PCB cut) or
- SB2 (3.3V regulator) and SB12 (NRST) are OFF.

External power supply output

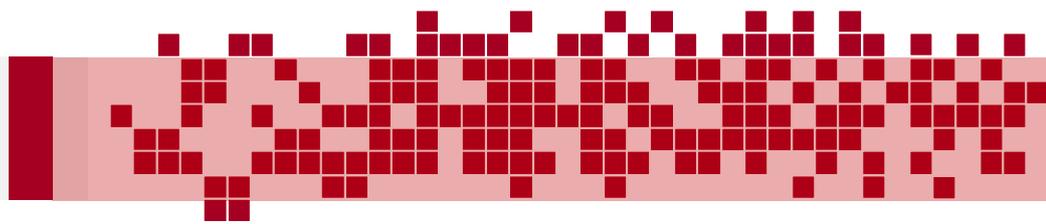
When powered by USB, VIN, or E5V, the +5V (CN6 pin 5 or CN7 pin 18) can be used as an output power supply for an ARDUINO® shield or an extension board. In this case, the maximum current of the power source specified in [Table 7](#) must be respected.

The +3.3V (CN6 pin 4 or CN7 pin 12 and 16) can be used also as power supply output. The current is limited by the maximum current capability of the regulator U4 (500 mA max).

Gestione alimentazioni per la scheda Nucleo-64

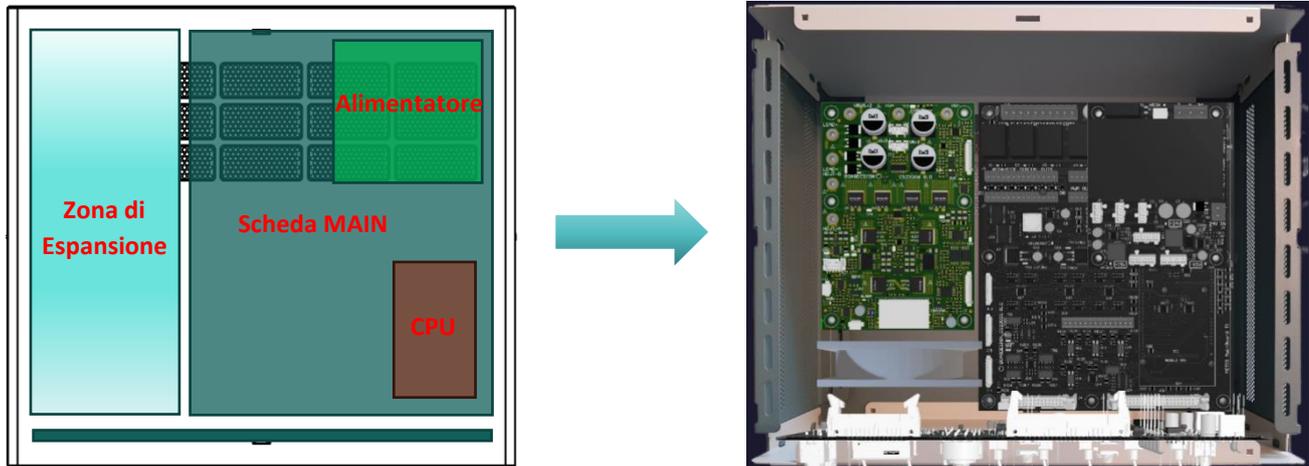
9.7 Schede Custom

Naturalmente è possibile progettare schede CPU personalizzate o adattare schede esistenti tramite il design di una scheda di adattamento simile alla BD24007. In Boardesign siamo pronti a supportare il cliente nella ricerca e nello sviluppo della soluzione migliore per le proprie esigenze.



10. Espansioni

Come già evidenziato nel capitolo sulla struttura delle macchine, quelle di **tipo Standard** offrono la possibilità di inserire delle espansioni, cioè schede e moduli che possono interfacciarsi al resto della macchina.



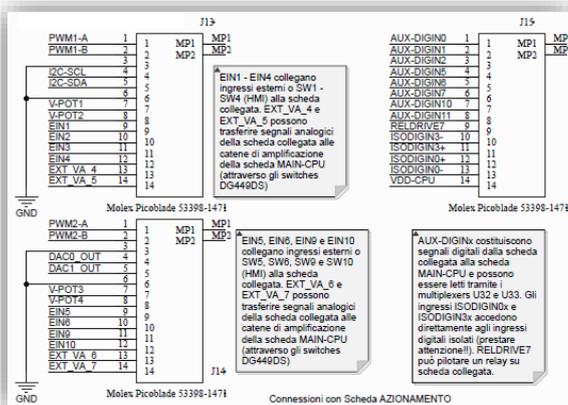
Per l'alimentazione della parte aggiuntiva, la scheda Alimentatore mette a disposizione un connettore a 3 vie *Molex Mini-Fit Jr 39-30-2040* con la tensione +24V / GND e un connettore a 4 vie *Molex Mini-Fit Jr 39-30-2040* con le tensioni +15V, -15V e rispettive GND. Entrambe le tipologie di connettori Mini Fit Jr permettono di distribuire l'alimentazione tramite cavi preassemblati *Molex 145135-0301* (3 poli) e *145135-0401* (4 poli) lunghi 150mm, disponibili online presso i distributori commerciali.



Cavi Molex 145135-0301 (3 poli) e 145135-0401 (4 poli) lunghi 150mm, per la distribuzione delle alimentazioni

Per collegare l'espansione con la scheda MAIN e, dunque, con la scheda / modulo CPU, sono previsti 3 connettori a 14 vie *Molex Picoblade 53398-1471* sulla scheda MAIN (evidenziati nella figura sotto).

Anche per questi sono disponibili cavi preassemblati *Molex 15134-140x* in lunghezze di 50, 100 e 150 mm.



Connessioni di interfaccia per espansioni

11. Il software METIS-LAB

METIS-LAB è un software per PC con cui assumere il controllo delle macchine METIS con a bordo una scheda LTxx, collegata via Ethernet o USB (seriale). Il software è stato in particolare sviluppato per il collegamento con la scheda CPU LT4x ed è pianificato per collegarsi alla scheda LT7x. Le funzioni di METIS-LAB permettono di potenziare e ampliare le possibilità della macchina:

- Visualizzare i trends degli ingressi analogici, con valori istantanei, minimi, massimi e medi
- Visualizzare lo stato degli ingressi digitali
- Attuare le uscite analogiche e digitali
- Effettuare il logging a video e su file .CSV di segnali ed eventi impostati dall'utente
- Riprodurre file di dati salvati per post-analisi
- Analizzare in dettaglio un segnale, confrontandolo graficamente con un massimo di altre 3 tracce. Misure di tempo e di ampiezza tramite una coppia di cursori a video e determinazione di valori medi massimi e minimi sull'intera traccia e nella zona limitata dai cursori. Viene effettuata inoltre una FFT e un'analisi della distribuzione dei valori del segnale.
- Impostare e gestire allarmi su determinati segnali con avvisi remoti
- Generare forme d'onda analogiche (utilizzando i DAC sulla scheda CPU), sinusoidali, quadre, triangolari simmetriche e asimmetriche, gestendone ampiezza, offset, duty-cycle e generandole in forma continua o a burst.

