

**CORSO GENERALE DI STRUMENTAZIONE**  
**Sessione Strumentazione di Misura (SM)**

GIORNO	ORARIO	ARGOMENTO	DISPENSE (1)	Volume I (3)
1°	9.00 – 11.00	<b>Generalità</b> Normativa di riferimento sulla strumentazione Sistema Internazionale di unità di misura (SI) Terminologia sulle caratteristiche della strumentazione Taratura e incertezza di misura della strumentazione Direttiva sugli strumenti di misura (MID)	G1 G2 G3 G4 G5	- - 31 43 83/89
	11.00 – 12.30	<b>Introduzione</b> Generalità sugli impianti di processo (BFD & PFD) Simbologia della strumentazione di processo (P&I) Fogli dati di processo e di strumentazione (Data Sheet) Standard di riferimento della strumentazione Anelli di misura e di controllo tipici	I1/I2/I3 I4/I5 I6/I7/I8 I9 I10	- 11 - - 21
	14.00 – 17.30	<b>Condizioni</b> Alimentazioni e segnali di trasmissione della strumentazione: - Pneumatici, elettrici analogici, ibridi e digitali (HART & BUS) Caratteristiche ambientali della strumentazione: - Temperatura, umidità, pressione, vibrazione e urti Gradi di protezione delle custodie della strumentazione: - Contro corpi solidi e liquidi (IP) e contro urti (IK) Modi di protezione in atmosfere potenzialmente esplosive: - Antideflagranti, a sovrappressione, a sicurezza intrinseca (EX) Cenni alle Direttive Europee di maggior interesse: - ATEX: Atmosfere Esplosive - EMC : Compatibilità Elettro Magnetica - PED : Apparecchi e Strumenti in Pressione	C1 C2/C3 C5/C6 C7 C7 C4 C8	3 49/52 55/64 67 99 88 92
2°	9.00 – 11.00	<b>Misura della pressione</b> Unità di misura e scala della pressione Misuratori industriali: manometri, trasduttori e trasmettitori, pneumatici, elettronici analogici e digitali (Smart)	M1	105
	11.00 – 12.30	<b>Misura del livello</b> Tipologia di misura: continua e discontinua Misuratori industriali e limiti di impiego: Visivi, galleggiante, gorgogliamento, idrostatici, resistivi, capacitivi, sonar, radar e radioattivi	M2	203
	14.00 – 17.30	<b>Misura della portata</b> Tipologia di misura: volumica e massica Tipi di modo di efflusso: laminare e turbolento Metodi di misura della velocità: puntuale e multi puntuale Grandezze fisiche correlate alla portata: densità e viscosità	M3 M4/M5	133 345/323
3°	9.00 – 12.30	<b>Misura della portata</b> Misuratori industriali e limiti di impiego: Diaframmi e boccagli, venturi e pitot, area variabile, magnetici, vortici, turbine, volumetrici, sonici, massici, ecc. Incertezza di misura dei diaframmi Selezione dei flussimetri	M3 M9 M10	141 169 202
	14.00 – 16.00	<b>Misura della temperatura</b> Unità di misura e scala della temperatura Misuratori industriali e limiti di impiego: termometri, termoresistenze, termocoppie e pirometri	M6	239
	16.00 – 17.00	<b>Misura della umidità</b> Unità di misura e scala della umidità Misuratori industriali e limiti di impiego: igrometri, psicrometri, dew point, frost point, ecc.	M7	299
	17.00 – 17.30	<b>Misure di Analisi (cenni)</b> Densimetri e cromatografi	M8 -	358/455

**CORSO GENERALE DI STRUMENTAZIONE**  
**Sessione Strumentazione di Controllo (SC)**

GIORNO	ORARIO	ARGOMENTO	DISPENSE (2)	Volume II (4)
4°	9.00 – 9.30	<b>Introduzione al corso:</b> Generalità sul controllo dei processi industriali	C1	-
	9.30 – 12.00	<b>Valvole di controllo e regolazione:</b> Caratteristiche e tipologia Scelta e dimensionamento Attuatori e posizionatori	V1	1
	12.00 – 12.30	<b>Cenni alle valvole di sicurezza:</b> Caratteristiche e tipologia Scelta e dimensionamento Normali e azionate	V2	87
	14.00 – 14.30	<b>Introduzione al controllo processi:</b> Generalità sul controllo dei processi industriali	C2	205
	14.30 – 15.00	<b>Stabilizzazione dei processi per ottenere:</b> Precisione, prontezza e stabilità del controllo	C3/C4	221
	15.00 – 16.00	<b>Azioni di regolazione per l'anello regolazione:</b> Proporzionale (P), Integrata (I) e Derivativa (D)	C5/C6	228
	16.00 – 17.30	<b>Criteri di sintonizzazione del regolatore PID:</b> Sintonizzazione sperimentale su PC	R3	236
5°	9.00 – 11.00	<b>Tecniche di regolazione oltre il feedback:</b> Feedforward, cascata, rapporto, ecc.	C7/C8	265
	11.00 – 12.30	<b>Criteri di sintonizzazione sistemi di controllo:</b> Sintonizzazione sperimentale su PC	R4	269
	14.00 – 15.00	<b>Cenni ai sistemi di controllo integrati:</b> Sistemi di Controllo Distribuito (DCS) Controllori Logici Programmabili (PLC) Protocolli di comunicazione (BUS)	C10 L12 C9	301 329 357
	15.00 – 17.00	<b>Cenni alla sicurezza degli impianti industriali:</b> Emergency Shut Down (ESD) Safety Instrumented System (SIS) Esempi di Safety Integrity Level (SIL)	S4 S5 S6	475 487 532
	17.00 – 17.30	<b>Dibattito Finale &amp; Conclusioni</b>	-	

**Materiale didattico di riferimento:**

- (1) Per le dispense di esposizione del corso Strumentazione di Misura (SM) vedi la prima Tabella di seguito allegata
- (2) Per le dispense di esposizione del corso Strumentazione di Controllo (SC) vedi la seconda Tabella di seguito allegata
- (3) Volume I – Introduzione e Misura: Manuale di Strumentazione – A. Brunelli – Editoriale Delfino
- (4) Volume II – Controllo e Sicurezza: Manuale di Strumentazione – A. Brunelli – Editoriale Delfino

Per l'indice del Manuale di Strumentazione vedi ultimo allegato

**(1) DISPENSE DI ESPOSIZIONE DEL CORSO MISURA (SM)**

circa pagine 750

ARGOMENTO	N°	TITOLO	SLIDE
<b>Generalità</b>	1	Normativa di Riferimento	20
	2	Unità di Misura	20
	3	Termini di Misura	30
	4	Taratura e Incertezza di Misura	30
	5	Direttiva Strumenti Misura (MID)	10
<b>Introduzione</b>	1	Ciclo Progetto Impianto	6
	2	Diagramma di Flusso a Blocchi (BFD)	6
	3	Diagramma di Flusso del Processo (PFD)	8
	4	Diagramma Processo & Strumentazione (P&I)	10
	5	Simbologia Automazione (ISA)	24
	6	Fogli Dati Strumentazione	12
	7	Fogli Dati Apparecchiature	16
	8	Liste dei Materiali	6
	9	Standard di Riferimento	10
	10	Anelli di Controllo Tipici	12
<b>Condizioni</b>	1	Alimentazioni & Segnali	20
	2	Condizioni Climatiche	6
	3	Condizioni Meccaniche	6
	4	Compatibilità Elettro Magnetica (EMC)	6
	5	Protezione Penetrazione Corpi (IP)	8
	6	Protezione Urti Meccanici (IK)	6
	7	Protezione Anti Deflagrante (EX)	30
	8	Direttiva Apparecchiature a Pressione (PED)	12
<b>Misure</b>	1	Pressione	64
	2	Livello	46
	3	Portata	90
	4	Densità	40
	5	Viscosità	30
	6	Temperatura	80
	7	Umidità	50
	8	Analisi	20
	9	Diaframmi	10
	10	Flussimetri	10
<b>TOTALE</b>			<b>754</b>

**(2) DISPENSE DI ESPOSIZIONE DEL CORSO CONTROLLO (SC)**

circa pagine 550

ARGOMENTO	N°	TITOLO	SLIDE
<b>Controllo</b>	1	Introduzione al Controllo	20
	2	Regolazione Basilare	12
	3	Riconoscimento Processi	6
	4	Stabilizzazione Controlli	18
	5	Sintonizzazione del Regolatore PID	30
	6	Selezione del Regolatore PID	12
	7	Auto Sintonizzazione del Regolatore	8
	8	Altre Tecniche di Regolazione	32
	9	Sistemi Controllo Distribuito (DCS)	20
	10	Protocolli di Comunicazione (BUS)	20
<b>Logiche</b>	12	Controllori Logici Programmabili (PLC)	30
<b>Regolazione</b>	3	Sintonizzazione Regolatori	50
	4	Tecniche di Regolazione	60
<b>Sicurezza</b>	4	Emergency Shut Down (ESD)	20
	5	Safety Instrumented System (SIS)	100
	6	Safety Integrity Level (SIL)	10
<b>Valvole</b>	1	Valvole di regolazione, attuatori e posizionatori	70
	2	Valvole di sicurezza	20
<b>TOTALE</b>			<b>538</b>

### **(3) (4) LIBRI DI RIFERIMENTO DEL CORSO**

#### **MANUALE DI STRUMENTAZIONE**

Misura e Controllo dei Processi Industriali

**Alessandro Brunelli**

Editoriale Delfino

#### **VOLUME I**

##### **Introduzione e Misura (per il Corso SM)**

**Pagine 500**

- 1 GENERALITÀ SULLA STRUMENTAZIONE**  
Generalità sulla misura e controllo processi (alimentazioni, segnali e protocolli standard)
- 2 SIMBOLOGIA DELLA STRUMENTAZIONE**  
Identificazione del processo e della strumentazione (P&I)
- 3 TERMINOLOGIA DELLA STRUMENTAZIONE**  
Termini relativi alle caratteristiche statiche e dinamiche
- 4 TARATURA DELLA STRUMENTAZIONE**  
Incertezza di misura, taratura e conferma metrologica periodica
- 5 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO**  
Alimentazione, temperatura, umidità, pressione e interferenze elettromagnetiche
- 6 PROTEZIONE DELLE CUSTODIE**  
Codici di protezione contro penetrazione corpi solidi e liquidi (IP) e impatti meccanici (IK)
- 7 SISTEMI ANTIDEFLAGRANTI**  
Modi di protezione e sistemi di sicurezza (Exd, Exe, Exi, Exm, Exo, Exp, ecc.)
- 8 DIRETTIVE RELATIVE ALLA STRUMENTAZIONE**  
ATEX, EMC, LVD, MID, PED
- 9 MISURE FISICHE**  
Pressione, portata, livello, temperatura, umidità, viscosità, densità, massa, ecc.
- 10 MISURE CHIMICHE**  
Per liquidi (pH, conduttività, ecc.) e gas (IR, UV, cromatografia, spettrografia, ecc.)

#### **VOLUME II:**

##### **Controllo e Sicurezza (per il Corso SC)**

**Pagine 550**

- 11 VALVOLE DI REGOLAZIONE**  
Caratteristiche costruttive, criteri di scelta e dimensionamento, attuatori e posizionatori
- 12 DISPOSITIVI DI SICUREZZA**  
Caratteristiche costruttive, criteri di scelta e dimensionamento
- 13 TECNICHE DI REGOLAZIONE**  
Feedback, feedforward e speciali, e criteri di selezione e sintonizzazione del regolatore
- 14 SISTEMI DI CONTROLLO**  
Sistemi Controllo Distribuito (DCS), Controllori Logici Programmabili (PLC) e Fieldbus
- 15 SISTEMI DI SICUREZZA**  
Sistemi di Allarmi, Anti Incendio, Sistemi di Emergenza e Sistemi Strumentati Sicurezza