

# Sommario

<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>1 Il Telecontrollo</b>	
1.1 Introduzione .....	4
1.2 Prestazioni di un sistema di Telecontrollo .....	8
1.3 I mercati di riferimento.....	10
1.3.1 Il Telecontrollo nella gestione dei processi industriali.....	10
1.3.2 Il Telecontrollo nei servizi di pubblica utilità.....	12
1.3.3 Il Telecontrollo nella Building Automation .....	14
1.4 Il Telecontrollo ed Internet.....	17
1.5 Panoramica di mercato .....	18
<b>2 Sistemi di controllo</b>	
2.1 Introduzione .....	20
2.2 Architettura di un sistema di controllo.....	21
2.2.1 Struttura di un sistema di controllo .....	23
2.2.2 Software di un sistema di controllo.....	24
2.2.3 Reti di controllo .....	26
2.3 Sistemi di controllo a microprocessore.....	27
2.4 Sistemi di controllo a logica programmabile.....	29
2.4.1 Struttura e funzioni di un PLC .....	31
2.4.2 Tipologie di PLC .....	34
2.5 Intelligent Field Device .....	37
2.5.1 Struttura degli IFD.....	39
2.6 Sistemi di Controllo Avanzati .....	41

<b>3</b>	<b>Sistemi di comunicazione di campo</b>	
3.1	Introduzione .....	43
3.2	Il Livello di Campo.....	44
3.3	Bus di Campo per l'automazione industriale.....	46
3.3.1	L'Industrial Ethernet.....	51
3.4	Bus di Campo per la building automation .....	53
<b>4</b>	<b>Sistemi di Supervisione e Controllo</b>	
4.1	Introduzione .....	58
4.2	Architettura di un sistema di Supervisione .....	59
4.3	L'Unità Remota .....	63
4.4	SCADA.....	65
4.4.1	Gestione dei dati nei sistemi SCADA.....	68
4.4.2	Interfaccia Uomo-Macchina.....	73
4.4.3	Eventi ed Allarmi.....	77
4.4.4	Archiviazione e analisi off-line dei dati.....	79
4.4.5	Sicurezza dei sistemi SCADA .....	80
4.4.6	Evoluzione dei sistemi SCADA.....	82
4.5	Protocolli di comunicazione.....	83
4.5.1	IEC 60870.....	85
4.5.2	DNP3 .....	89
4.5.3	Confronto tra IEC 80670 e DNP3.....	93
4.5.4	IEC 61850 e IEC 61970 .....	93
<b>5</b>	<b>Smart Street Light System</b>	
5.1	Introduzione .....	96
5.2	Smart Streets .....	97
5.3	La gestione dell'illuminazione pubblica .....	100
5.4	Smart Lighting.....	103

5.5	Smart Street Lighting .....	104
5.5.1	Metodologia “Adattiva” nello Smart Street Lighting.....	106
5.5.2	La gestione dei Flussi di Traffico.....	109
<b>6</b>	<b>Caso di studio</b>	
6.1	Introduzione .....	112
6.2	Architettura di un sistema Smart Street Lighting .....	112
6.2.1	L’illuminazione a LED .....	115
6.2.2	Le tecniche di comunicazione.....	116
6.2.3	Il Centro di Controllo e Supervisione .....	117
6.2.4	I protocolli nelle reti Smart Street Lighting.....	119
6.3	Caratteristiche del Caso di Studio .....	122
6.4	La realizzazione del prototipo .....	124
<b>7</b>	<b>Realizzazione sperimentale</b>	
7.1	Introduzione .....	129
7.2	Funzioni di controllo e monitoraggio.....	130
7.3	Gestione degli orari di accensione e spegnimento.....	132
7.4	Regolazione del flusso luminoso .....	142
7.5	Gestione dei Sensori .....	148
7.6	Risultati .....	151
	<b>Conclusioni .....</b>	<b>154</b>
	<b>Bibliografia .....</b>	<b>156</b>

# INTRODUZIONE

L'obiettivo di questa tesi è quello di mostrare come sia possibile dotare di "intelligenza" un comune lampione stradale per l'illuminazione pubblica al fine di perseguire una migliore efficienza energetica e di permettere l'accesso ad altre tipologie di servizi attraverso l'utilizzo di sistemi di Telecontrollo. La motivazione che ha dato origine a questo studio proviene dal fatto che l'attuale livello tecnologico a cui è arrivata la nostra società permette di dotare di intelligenza qualunque tipo di dispositivo elettronico; partendo da questa base è ormai diventato di attualità parlare di Smart City o Città Intelligenti a cui afferiscono anche i sistemi di illuminazione intelligente chiamati anche Smart Lighting System. Tale tematica ha dalla sua parte molti punti di forza in quanto il tema dell'efficienza energetica e quindi del risparmio energetico è molto sentito dalla società moderna che da diversi anni sta attuando delle politiche "verdi" che abbiano un minore impatto ambientale oltre che dare l'accesso ad altre tipologie di servizi avanzati che non riguardano il solo settore dell'illuminazione.

In questo lavoro di tesi si parlerà pertanto di Sistemi di Telecontrollo e di come questi siano entrati nella nostra quotidianità (gestione dei processi industriali, servizi di pubblica utilità e building automation), si focalizzerà l'attenzione sui Servizi di Pubblica Utilità di cui fanno parte i sistemi di illuminazione pubblica, si studierà come sono strutturati i moderni sistemi di Supervisione e Controllo e come possono essere sfruttati in una Smart City. Si passerà infine alla realizzazione di un prototipo di controller per l'illuminazione pubblica che permetta di effettuare operazioni di monitoraggio e controllo su una lampada e si studieranno alcune funzionalità che potrebbero permettere di ottenere significativi risparmi energetici (ottimizzazione degli orari di accensione e spegnimento, regolazioni di flusso luminoso ed utilizzo di sensoristica) e le possibili applicazioni complementari future.

Nello specifico la tesi è strutturata in 7 capitoli:

- *Capitolo 1*, illustra a cosa fa riferimento la disciplina del Telecontrollo, le caratteristiche che devono avere dei sistemi di questo tipo, i mercati di riferimento in cui vengono utilizzati, ed il tutto viene completato con un'analisi economica e come questi sistemi in futuro invaderanno anche il campo dell'Internet delle Cose (IoT).
- *Capitolo 2*, affronta l'argomento dei sistemi di controllo, ne definisce l'architettura spiegando i vari elementi che la compongono per poi entrare nei dettagli dei sistemi di controllo a microprocessore con particolare riferimento a quelli a logica programmabile (i PLC). Viene infine spiegato il funzionamento dei dispositivi di campo intelligenti (gli IFD) e dei sistemi di controllo avanzati.
- *Capitolo 3*, affronta l'argomento riguardante i protocolli di comunicazione della strumentazione di campo nell'automazione industriale (Fieldbus ed Industrial Ethernet) e nella building automation.
- *Capitolo 4*, definisce l'architettura e le funzionalità (gestione delle informazioni, interazione operatore-sistema, gestione degli eventi ed allarmi, gestione sicurezza) dei sistemi di controllo e supervisione (gli SCADA) e come questi interagiscono con le unità remote (le RTU). Vengono infine trattati gli aspetti riguardanti i protocolli di comunicazione e gli standard di riferimento principali (IEC 60870 e DNP3).
- *Capitolo 5*, viene affrontata la tematica delle Smart Street Light all'interno delle Smart Cities, viene spiegato come viene gestita l'illuminazione pubblica nelle città per comprendere al meglio il passaggio dai sistemi tradizionali a quelli di tipo Smart Lighting e di come sia possibile l'integrazione di più servizi attraverso l'analisi dei flussi di traffico ed all'utilizzo di metodologie adattive.
- *Capitolo 6*, viene presentato il caso di studio di questa tesi che consiste nella progettazione di un sistema Smart Street Lighting e nella realizzazione di un controller per illuminazione pubblica dotato di funzionalità di monitoraggio e controllo. Viene definita l'architettura del sistema, le scelte progettuali che si

è deciso di adottare per la realizzazione del controller e le fasi che sono seguite alla sua realizzazione pratica.

- *Capitolo 7*, vengono definiti una serie di test a cui sottoporre il prototipo per verificarne il funzionamento. Tramite un ibrido software di controllo e supervisione si verificheranno le funzionalità di monitoraggio (lettura dei parametri caratteristici di una lampada e dei valori di alcuni sensori) e di controllo (accensione, spegnimento e regolazione del flusso luminoso). Viene infine mostrato come sia possibile implementare nel sistema alcune semplici funzionalità al fine di ottenere un risparmio in termini di consumi energetici (utilizzo di timer astronomici, regolazioni di flusso automatiche ed utilizzo di sensori).

Una sezione conclusiva riepiloga tutti i risultati ottenuti e vengono proposti alcuni sviluppi futuri a partire da questa tesi.