

# Il principio fondamentale degli Electrical Digital Twin: avere sempre schemi unifilari (SLD) accurati

## White Paper 520

Versione 1

di Patrick Donovan

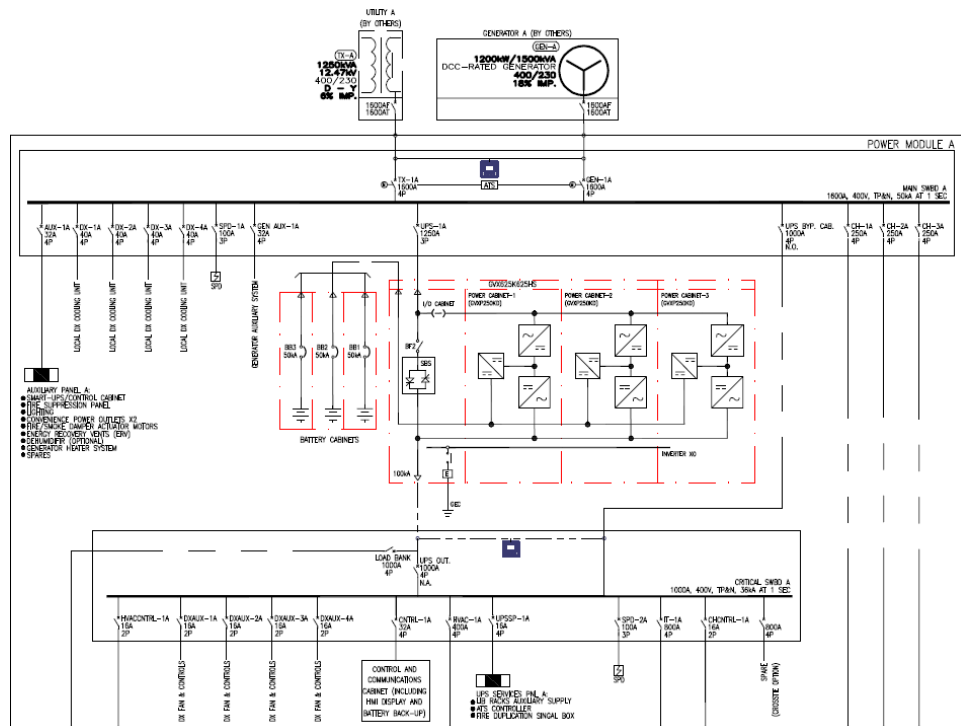
### Sintesi esecutiva

Gli schemi elettrici unifilari o diagrammi a linea singola, indicati anche con gli acronimi SLD o OLD, forniscono a ingegneri, operatori e personale addetto alla manutenzione le informazioni fondamentali necessarie per la progettazione efficiente, la gestione e la manutenzione in sicurezza delle reti di distribuzione elettrica. Tuttavia, spesso si hanno difficoltà a modernizzarli o tenerli aggiornati. Una cattiva gestione degli schemi SLD può portare a errori di progettazione, rielaborazioni costruttive, allungamento dei tempi medi di riparazione o, peggio ancora, a rischi per la sicurezza che possono sfociare in infortuni o persino incidenti mortali. Esistono software e servizi di progettazione elettrica in grado di gestire e digitalizzare gli schemi SLD oltre ai semplici disegni CAD 2D, creando di fatto un “Digital Twin” dell’infrastruttura elettrica. La disponibilità di schemi SLD precisi e aggiornati offre vantaggi in termini di sicurezza, efficienza e risparmio sui costi per l’intero ciclo di vita del sito produttivo. Il presente documento spiega come mettere in pratica questo valore aggiunto e come creare schemi SLD accurati. Inoltre definisce gli schemi SLD digitalizzati intelligenti e ne illustra i vantaggi rispetto ai diagrammi tradizionali. Infine, suggerisce le considerazioni utili per decidere se provvedere alla creazione e gestione degli schemi SLD in autonomia o se esternalizzare tali attività a un fornitore di servizi qualificato.

## Introduzione

La rete di distribuzione elettrica è la “linfa vitale” di uno stabilimento operativo, un sito industriale, una struttura mission-critical, un ospedale o di qualsiasi edificio commerciale che dipenda dall'energia per garantire la propria funzionalità. La gestione e la manutenzione (O&M) sicure ed efficaci del sistema energetico sono pertanto un imperativo. Oltre al monitoraggio dell'energia e ai sistemi di gestione degli edifici, è fondamentale disporre di una mappa accurata e informativa dell'impianto elettrico. Questo tipo di mappe prende il nome di schema unifilare o diagramma a linea singola e viene indicato anche con gli acronimi SLD o OLD.

Nel campo dell'ingegneria energetica, uno schema unifilare è un disegno che fornisce la rappresentazione dei dispositivi elettrici o degli asset di un sistema di distribuzione dell'energia. Lo schema unifilare è rappresentato da simboli standardizzati<sup>1,2</sup> e dalla nomenclatura che descrive in che modo i dispositivi elettrici sono collegati e correlati. Questi schemi documentano il dimensionamento e la portata di tutte le apparecchiature elettriche, compresi i conduttori e i dispositivi di protezione, fornendo quindi una rappresentazione fondamentale o mappa di un sistema di alimentazione trifase. Gli schemi SLD partono dalle fonti di energia in ingresso e dagli eventuali generatori presenti sul posto. Da qui una linea per ogni percorso di alimentazione segue il flusso dell'energia attraverso trasformatori, quadri di manovra, dispositivi di protezione, ecc. fino ai pannelli di distribuzione in bassa tensione o alla barre di distribuzione alle apparecchiature. Come suggerisce il termine, uno schema unifilare o diagramma a linea singola utilizza un'unica linea per rappresentare tutte e tre le fasi. La **Figura 1** mostra un esempio di schema SLD tradizionale basato su CAD per un data center da 500 kW.



**Figura 1**

L'esempio di schema unifilare di un impianto elettrico mostrato in figura si riferisce a un data center da 500 kW tratto dai progetti elettrici di data center di riferimento di Schneider Electric

Secondo l'esperienza di Schneider Electric, circa il 60% degli impianti lavora attualmente sulla base di semplici schemi SLD cartacei. La maggior parte di questi SLD non sono sincronizzati con l'impianto elettrico reale, non essendo stati sottoposti regolarmente a revisione o aggiornamento nel corso del tempo. Si è inoltre scoperto che circa il 10-20% dei siti produttivi non dispone affatto di SLD. I siti totalmente privi di schemi elettrici o con schemi non aggiornati sono più esposti al rischio di incorrere in incidenti critici per la sicurezza, interruzioni del servizio, tempi medi più lunghi per la diagnosi e la riparazione, oltre al rischio di non conformità a norme, regolamenti e standard locali.

<sup>1</sup> Nord America: IEEE, [Simboli grafici per gli schemi elettrici ed elettronici](#)

<sup>2</sup> Guida di riferimento globale: Allen-Bradley, [Guida di riferimento globale per la lettura dei diagrammi schematici](#)

Esistono software e servizi di progettazione elettrica per semplificare la creazione e l'aggiornamento degli schemi unifilari. Laddove vi sia mancanza di tempo o delle necessarie competenze, si può ricorrere a fornitori qualificati nell'uso di questi strumenti per la creazione digitale e l'aggiornamento degli schemi SLD. Questi strumenti software consentono di creare schemi SLD digitalizzati intelligenti (iSLD) che includono maggiori informazioni (ad esempio sulle modalità di funzionamento <sup>3</sup>) rispetto al contenuto di un tipico schema cartaceo o un semplice schema 2D basato su CAD. Questi iSLD diventano la base di riferimento per realizzare studi tecnici (ad esempio analisi delle correnti di guasto), sperimentare scenari "what if" e svolgere attività di formazione e manutenzione. Ciò presuppone il ricorso a [software di progettazione dei sistemi energetici](#) di supporto. Gli iSLD sono utili anche nel cammino verso l'implementazione di avanzate soluzioni di [modellazione delle informazioni di costruzione \(BIM\)](#), attività basate sull'intelligenza artificiale con l'uso di un [Digital Twin](#) del sito e ulteriori soluzioni di automazione. Il loro utilizzo porta a un aumento dell'efficienza elettrica e una riduzione delle emissioni di gas serra. Si noti che questo documento non tratta l'aspetto relativo al miglioramento dell'efficienza elettrica.

Nel presente articolo vengono illustrati i vantaggi derivanti dalla possibilità di disporre di schemi SLD aggiornati durante l'intero ciclo di vita del sito produttivo. Vengono spiegati i passaggi per creare e gestire schemi SLD all'altezza delle proprie aspettative in completa autonomia. Vengono poi definiti gli SLD digitalizzati intelligenti e spiegati i motivi della loro maggiore efficienza rispetto ai disegni tradizionali basati su CAD o Visio. Vengono infine esposte le considerazioni necessarie per decidere se creare e aggiornare gli schemi SLD in autonomia o se stipulare un contratto con un fornitore qualificato che offra tale servizio.

Per essere efficace, uno schema elettrico unifilare deve fornire una rappresentazione accurata e completa della situazione reale del sito produttivo, altrimenti verrebbe meno il suo valore di mappa della rete di distribuzione. Per essere accurato e completo, lo schema deve includere non soltanto tutti i dispositivi e i conduttori elettrici effettivamente installati, ma anche le informazioni necessarie per capire come questi dispositivi e conduttori sono collegati e connessi tra loro.

Immaginiamo, ad esempio, di sostituire un trasformatore a monte con un trasformatore dotato di impedenza nominale inferiore e di non riportare tale variazione nello schema SLD. Gli operatori potrebbero non sapere che l'energia incidente supera i limiti di sicurezza del quadro di bassa tensione su cui stanno lavorando. Ciò comporterebbe un grave rischio di infortuni o di incidenti mortali.

**Pertanto, la creazione e l'aggiornamento di schemi SLD accurati è un imperativo per i team operativi. Inoltre, in molti paesi questa è una prerogativa prevista dalla legge** (come spiegato più avanti nel documento).

### Acquisizione dei dati

La creazione o la convalida degli schemi SLD per un impianto esistente richiede la raccolta di alcune informazioni chiave sul sito. I seguenti punti<sup>4</sup> forniscono una sintesi dettagliata di tali informazioni.

- Tensione di servizio in ingresso e tensioni di utilizzo
- Capacità nominale delle apparecchiature di distribuzione elettrica e valori nominali di cortocircuito
- Protezione da sovracorrenti e cortocircuiti
- Tipi di conduttori (ad esempio, cavi o condotti sbarre) e dimensioni
- Lunghezze dei cavi
- Valori nominali di potenza (kVA), impedenza e tensione dei trasformatori
- Valori nominali di potenza (kW) e tensione dei generatori

<sup>3</sup> Ad esempio, come avvengono i trasferimenti dall'energia di rete all'alimentazione dei generatori mediante transizioni chiuse o aperte.

<sup>4</sup> EEP, [Elementi essenziali di progettazione degli schemi unifilari MT/BT \(analisi dei simboli e dei disegni\)](#)

Creare schemi  
SLD accurati per  
i siti esistenti

- Carichi e tensioni dei motori
- Altre dotazioni per la qualità dell'energia (ad esempio, TVSS, condensatori di correzione del fattore di potenza)
- Rete del sito e parametri operativi della rete

Per dare un'idea dei dati più dettagliati da acquisire sui dispositivi, la Figura 2 mostra un esempio di modulo di acquisizione dati utilizzato dal team del Servizio Electrical Digital Twin di Schneider Electric per acquisire dati sui quadri elettrici di bassa tensione.

**Figura 2**

Esempio di modulo di acquisizione dati utilizzato dal team del Servizio Electrical Digital Twin di Schneider Electric per la raccolta di informazioni sui quadri elettrici di bassa tensione

### 7 LV Switchboards

Look in the documents you have collected  
 Look on the asset  
 Ask your customer

EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE EXAMPLE

LV switchboard 1

Name of the Medium voltage switchboard

Nominal voltage level of the LV switchboard (Un in kV)

Switchboard Brand

Switchboard Model

Earthing connection (TN-S, TN-C, IT, ...)


Thermal withstand current-time(s)

SLD and electrical drawing name / Picture file name

Type of dedicated arc flash protection (e.g. arc flash detector)

*Note: please provide detailed SLD and LV panels electrical detailed drawings*

Identification		Protecting Device			Tripping unit	Range / Settings			
Switchgear TAG	Feeder ID Load ID	Type (CB/fuse) Brand and Model	Ultimate Breaking Capacity (Icu)	Short-time Withstand current (Icw)	Brand Model Rating	LTPU (lr)	LTD (lr)	STPU (tsd)	STD (tsd)
						Range	Range	Range	Range
						Settings	Settings	Settings	Settings
SWB_1	301 Incomer	SE NWP16H1	65kA	35kA - 3s	SE Micrologic 6.0 1600A	0.4-1.0	0.5-24(8s)	1.5-10	0-0.4
						0.7	0.5	10	0.1
SWB_1	302 Feeder to M-SS21	SE NSX160H	70kA	-	SE MA25 25A	-	-	-	-
						-	-	-	-



Cable characteristics						
INST. (It)	Length (m)	#cable /phase	Type (#core)	Phase & Neutral Cross Section	#PE/PEN cross section	Isolation (EPR/ XLPE/ PVC)
Range						
Settings						
2.0-15	95	2	4C Cu	300 mm²	1 x 300 mm²	XLPE
Off						
9.0 - 14	55	1	1C Al	240 mm²	1 x 120 mm²	XLPE
10						

È responsabilità del proprietario del sito assicurarsi che i dati forniti come input per la creazione di un modello di SLD rispecchino quanto fisicamente installato nel sito. In genere, i fornitori di servizi accettano gli schemi SLD, le liste cavi e i dati di targa delle apparecchiature esistenti come input per la creazione del modello, **tuttavia tra le mansioni contrattuali del fornitore generalmente si prevede che sia il proprietario del sito a dover accertare l'accuratezza dei dati.** Per ragioni di semplicità e convenienza, per questo tipo di informazioni si è tentati di affidarsi agli schemi cartacei esistenti o ai progetti costruttivi originari, senza aver effettuato alcuna convalida sul campo. Tale convalida comprende, ad esempio, accertare visivamente che i dati dei cavi e delle apparecchiature corrispondano agli schemi dei collegamenti e accertare visivamente che le apparecchiature (ad esempio, quadri elettrici, trasformatori, utenze) siano collegate come indicato nella documentazione SLD del proprietario del sito, dall'ingresso di collegamento all'alimentazione di rete fino alle utenze in BT. In assenza di convalida della propria documentazione da parte del proprietario di un sito, non vi può essere la certezza assoluta di una conoscenza accurata della rete. In definitiva, è responsabilità del proprietario del sito accertare il grado di accuratezza dei propri schemi SLD, provvedendovi in autonomia o tramite un servizio di fornitori terzi.

L'acquisizione dei dati necessari per realizzare uno schema SLD accurato richiede impegno in termini di tempo e fatica. Il lavoro deve essere svolto da un elettricista qualificato o da un tecnico specializzato equivalente. Per un sito di dimensioni medio-piccole (ossia con una potenza installata di 2000 kVA - 2500 kVA), un team di servizio esperto del fornitore impiega circa 4-5 giorni lavorativi per acquisire i dati delle apparecchiature. Per le organizzazioni che non dispongono di tali competenze e/o disponibilità di personale, questo processo richiederà probabilmente molto più tempo.

## Creazione del modello di SLD

Una volta raccolti tutti i dati delle varie apparecchiature e le informazioni sulle loro interconnessioni, il passo successivo è la creazione di un modello digitale dello schema unifilare, ricavato dalle informazioni acquisite. Il software utilizzato per creare lo schema SLD dipende dalla scelta tra un semplice SLD 2D o un iSLD digitalizzato. Gli schemi SLD 2D possono essere creati con un software CAD standard. Tuttavia, come illustrato più avanti in questo articolo, è consigliabile l'uso di schemi SLD digitalizzati intelligenti, per i quali è richiesto un moderno software di ingegneria dei sistemi energetici. Sebbene i software iSLD digitalizzati intelligenti siano in grado di raggruppare tutti i dati del sistema elettrico in un unico database e un'unica interfaccia utente, per poterli utilizzare in modo efficiente sono richieste formazione e pratica. Per lo stesso sito da 2000 kVA - 2500 kVA descritto sopra, un team con adeguata formazione ed esperienza su questi software di progettazione elettrica impiegherebbe solo 2-3 giorni per costruire il modello.

## Ruolo e importanza degli SLD

L'aggiornamento continuo degli schemi SLD richiede un impegno costante in termini di tempo, denaro e personale. Pertanto, sia che si tratti di un'attività svolta dall'azienda stessa o di un servizio esternalizzato ad esperti, è importante che il management sia consapevole dei requisiti normativi associati all'aggiornamento degli schemi SLD e del valore aggiunto che SLD accurati possono apportare durante l'intero ciclo di vita del sito. Questa sezione fornisce una sintesi dei principali ruoli e degli importanti vantaggi che gli schemi SLD possono offrire nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione del ciclo di vita di un sito.

## Fasi di progettazione e costruzione

In genere, gli schemi SLD vengono creati dagli studi di ingegneria durante la fase di progettazione iniziale di un sito. Lo schema documenta l'architettura e il layout della rete di distribuzione elettrica e funge da unica fonte di informazioni oggettive per i team di progetto. Gli SLD sono uno strumento che consente di analizzare l'impatto dei vari elementi di progettazione e i compromessi necessari in termini di costi, ridondanza, requisiti di spazio fisico e limitazioni. Man mano che il progetto passa dalla fase iniziale di pianificazione alla fase di progettazione dettagliata, lo schema SLD si evolve e aumenta il dettaglio delle informazioni associate allo schema.

A partire dalla fase di progettazione dettagliata, gli SLD costituiscono un input fondamentale per la creazione dei documenti costruttivi. Gli schemi SLD forniscono i dati necessari sulla rete elettrica per consentire alle società elettriche in concorrenza tra loro di formulare proposte di prezzo o offerte accurate. Errori e incomprensioni sulla progettazione possono causare ritardi nel progetto e costose variazioni o perdite di commesse.

Tali schemi, infine, fungono da unica fonte di verità o mappa per tutti i documenti del progetto. Tutto ciò che nel progetto riguarda la rete elettrica viene ricondotto o valutato rispetto agli schemi SLD per verificarne l'accuratezza. Questo include elementi quali schede tecniche del fornitore, specifiche, schemi di collegamento e diagrammi logici. Questa documentazione, insieme all'SLD stesso, viene poi utilizzata come contenuto fondamentale per:

- effettuare i test di messa in servizio
- condurre studi sul sistema energetico
- creare metodi di procedura (MOP)
- documentare la preparazione e le procedure di risposta alle emergenze
- formare i team O&M

Oltre ad essere un elemento importante nelle fasi di progettazione e costruzione, gli schemi SLD sono fondamentali anche per preparare il team di O&M alla fase operativa.

## Fase operativa

La preparazione di un piano di risposta alle criticità inizia con il tenere accurati e precisi di schemi SLD. Gli schemi unifilari consentono al personale addetto all'impianto elettrico di comprendere a fondo le caratteristiche di progettazione del sistema di distribuzione elettrica del sito. Che si tratti di un impianto nuovo o già in uso, lo schema unifilare funge da roadmap per tutte le future prove, l'assistenza e le attività di manutenzione svolte durante la fase operativa del sito produttivo.

L'uso di schemi SLD aggiornati contribuirà a garantire la sicurezza e la conformità normativa, ridurre i tempi di inattività e rendere più efficiente il funzionamento. Di seguito verrà spiegato come ottenere questo risultato.

### Contribuire alla sicurezza

Uno schema unifilare accurato è fondamentale per garantire la sicurezza ogni qualvolta si debba intervenire su apparecchiature sotto tensione o durante l'esecuzione di una procedura di lock-out/tag-out. Le informazioni contenute nello schema SLD fanno sì che il personale elettrico disponga delle conoscenze necessarie per svolgere il lavoro in modo corretto e sicuro. I consulenti e gli ispettori in materia di sicurezza, come gli ispettori dell'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) negli Stati Uniti, richiedono sempre una copia dello schema SLD più recente come base per la loro ispezione o consulenza.

Inoltre, per l'intero ciclo di vita del sito produttivo, sarà necessario condurre vari studi tecnici e valutazioni di sicurezza per garantire il funzionamento sicuro della rete di distribuzione elettrica, il controllo dell'energia pericolosa, l'ottimizzazione dei costi e la capacità delle apparecchiature esistenti di resistere alle correnti di cortocircuito. Ciò è imprescindibile, ad esempio, ogni qualvolta l'edificio viene sottoposto a interventi di retrofitting o ampliamento con modifica della rete elettrica. Per eseguire correttamente questi studi e valutazioni, occorre disporre di uno schema SLD preciso e aggiornato.

Gli studi e le valutazioni di sicurezza che richiedono schemi SLD accurati includono<sup>5</sup>:

- Studio di valutazione dei cortocircuiti e dei dispositivi
- Coordinamento delle protezioni
- Valutazione del rischio di arco elettrico
- Programma di lock-out e tag-out (LOTO)
- Studi e valutazioni della sicurezza elettrica
- Sviluppo di procedure per la sicurezza elettrica e la risposta alle emergenze
- Valutazioni della qualità dell'energia

### Garantire nel tempo la conformità normativa

Alcuni standard richiedono la verifica dell'impianto elettrico di un edificio (ad esempio, con procedure di lock-out e tag-out). Come prerequisito per tali verifiche, viene richiesto anche di disporre di SLD accurati (cioè schemi SLD corrispondenti all'impianto elettrico attuale). Questi requisiti diventano obbligatori quando i governi adottano questi standard sotto forma di norme o regolamenti (cioè leggi). Un esempio di standard che può essere recepito nel proprio regolamento locale è costituito dalla norma 70E della [National Fire Protection Association \(NFPA\) 70E](#) (Capitolo 2, sotto "Requisiti generali di manutenzione", Articolo 205.2) in cui si dichiara che: "Uno schema unifilare, se previsto per l'impianto elettrico, deve essere mantenuto in condizioni leggibili e deve essere aggiornato"

<sup>5</sup> <https://www.omazaki.co.id/en/the-importance-of-single-line-diagram-sld/>



### Ridurre i tempi di fermo produzione

Di base, gli schemi SLD accurati aiutano a ridurre i tempi di inattività dell'impianto elettrico in due modi: (1) riducendo la probabilità di errore umano, e (2) riducendo al minimo il tempo necessario per la risoluzione dei problemi, l'isolamento dei guasti e il ripristino della rete. L'errore umano è spesso citato<sup>6,7</sup> come la causa principale del fermo di un sistema. Gli errori sono quasi sempre dovuti alla mancanza di conoscenze, a procedure di manutenzione non al passo con le modifiche dell'impianto elettrico, a una scarsa formazione, a errori di valutazione ecc. Per affrontarne le cause è necessario disporre di una mappa precisa e aggiornata dell'impianto elettrico e di tutti i dati associati. Gli schemi SLD devono fornire le informazioni fondamentali per i MOP, le procedure operative di emergenza e i programmi di formazione del personale O&M. Tali schemi, inoltre, devono essere tenuti a portata di mano durante le operazioni per verificare che alle apparecchiature vengano applicate le procedure corrette. In questo modo si riducono le possibilità di errore umano durante gli interventi. Fare tutto questo in maniera non corretta aumenta le possibilità di errore e tende a prolungare le tempistiche medie di ripristino (MTTR) quando i sistemi si guastano. Occorre impiegare più tempo, ad esempio, per capire dove si trova l'apparecchiatura e a cosa è collegata.

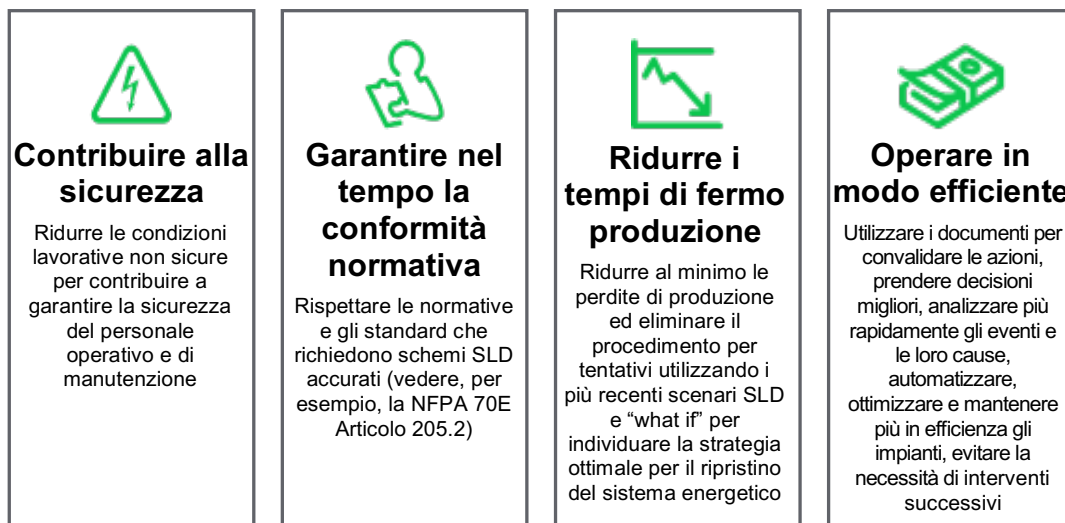
### Promuovere l'efficienza delle operazioni e della manutenzione

Analogamente, le informazioni fornite da schemi SLD accurati rendono il lavoro e gli interventi di manutenzione più efficienti di quanto non sarebbero senza tali nozioni. Le convenzioni di denominazione standard contribuiscono a ridurre il rischio di confusione durante gli interventi manutentivi, indicando con chiarezza l'apparecchiatura specifica da sottoporre a manutenzione e la sua posizione nella rete. Evitare gli errori e avere ben chiaro dove si trova l'apparecchiatura e a cosa è collegata, insieme alla conoscenza di altri parametri operativi, riduce il tempo e lo sforzo necessari per eseguire le attività di O&M e conduce a un migliore processo decisionale e una minore quantità di interventi successivi. L'efficienza dei costi si ottiene anche evitando di pagare per ulteriori servizi volti alla creazione di modelli o all'acquisizione di dati ogni qualvolta si richiedono studi o valutazioni tecniche.

Vale la pena notare che tutti questi vantaggi (riassunti nella **Figure 3**) dipendono non soltanto dalla disponibilità di schemi SLD accurati, ma anche dall'impegno costante del management a farne uso.

**Figura 3**

*Sintesi ad alto livello dei vantaggi offerti da schemi SLD accurati nella fase operativa di un impianto*



È più facile conseguire questi e altri possibili vantaggi quando si utilizzano schemi SLD digitalizzati intelligenti al posto dei tradizionali e semplici diagrammi 2D basati su CAD. Nella prossima sezione definiremo cosa sono questi schemi più moderni e spiegheremo i loro vantaggi rispetto agli SLD tradizionali.

<sup>6</sup> <https://techchannel.com/SMB/10/2018/Human-Error-Top-Cause-of-Downtime>

<sup>7</sup> <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1566773/FULLTEXT01.pdf>

## SLD digitalizzati intelligenti (iSLD)

Gli SLD tradizionali assumono la forma di semplici disegni CAD o Visio, in cui il disegno della rete elettrica e delle apparecchiature include etichette informative con specifiche di base come livelli di tensione, correnti nominali di cortocircuito, amperaggio ecc. Spesso questi schemi vengono archiviati solo come file PDF, ossia file non dinamici e a se stanti che non dipendono da altri sistemi e strumenti. Se non gestiti e controllati diligentemente, questi file possono essere facilmente persi, copiati e condivisi senza controllo della cronologia delle revisioni e tendono a essere dimenticati quando si effettuano modifiche ed espansioni della rete. Questo può comportare costose procedure di acquisizione dati e tracciamento dei circuiti ogni qualvolta sia necessario eseguire una valutazione o uno studio.

I moderni strumenti software per l'ingegneria dei sistemi energetici (ossia la progettazione elettrica) hanno reso più facile la creazione e l'aggiornamento degli schemi SLD, migliorandone l'importanza complessiva per il sito produttivo. Gli SLD creati da questi software sono definiti SLD digitalizzati intelligenti (iSLD). "Intelligenti" significa che contengono informazioni tecniche aggiuntive allegate ai disegni e che sono più dinamici o flessibili. Ad esempio, le informazioni aggiunte comprendono descrizioni dettagliate delle modalità operative della rete. "Digitalizzati" significa che sono rappresentazioni digitali della rete fisica, coadiuvate da altre tecnologie digitali integrate come la logica basata su regole per la creazione automatica delle linee e le librerie di asset preinstallate contenenti dati dettagliati su dispositivi di un dato fornitore. Più semplicemente, un iSLD è uno schema unifilare più avanzato, archiviato e gestito in un software specializzato che include funzionalità avanzate e la conoscenza delle caratteristiche e del comportamento operativo dei dispositivi, e che di fatto crea un Digital Twin della rete elettrica fisica. In questo modo, questa piattaforma software può essere utilizzata per:

- progettare la rete elettrica
- creare e gestire lo schema SLD
- eseguire tutti gli studi tecnici e le valutazioni di sicurezza
- fornire report e valutazioni del sistema a seconda degli interlocutori

Queste piattaforme (tipicamente) basate su cloud forniscono un'unica versione della situazione reale per tutte le parti interessate, tra cui il personale dell'impianto, i fornitori, il management, gli ispettori che richiedono informazioni sugli asset e la [topologia di rete](#), nonché gli ingegneri elettrici che utilizzano gli SLD per fornire calcoli sul sistema di alimentazione. Disporre di tutti i dati e le funzioni in un'unica piattaforma software consente ai proprietari dei siti di evitare il dispendio di tempo e denaro richiesto dalla modellazione e dall'acquisizione dei dati ogni qualvolta sia necessario eseguire uno studio tecnico o una verifica.

Per contro, i disegni tradizionali hanno maggiori probabilità di essere copiati tra varie piattaforme e tra più utenti e sono caratterizzati da una mancanza di riutilizzabilità dei dati e da informazioni limitate. Questo può portare a errori, omissioni ed eccessi di valutazione, comportando la necessità di costose modifiche e il superamento dei budget di costi durante la fase di esecuzione di un progetto di costruzione o di ampliamento.

La presenza di un Digital Twin della rete elettrica consente inoltre di collegare il modello iSLD con i sistemi di monitoraggio dell'energia elettrica (EPMS) o con i software [SCADA](#) dei sistemi energetici per offrire funzionalità di gestione del lavoro come l'analisi delle cause principali, le simulazioni di scenari "what if", l'analisi dei rischi per evitare commutazioni involontarie e una formazione più pratica degli operatori. Queste nuove applicazioni degli schemi SLD forniscono un significativo valore aggiunto ai proprietari dei siti produttivi e vanno ben oltre le possibilità offerte dai disegni tradizionali.

Se una moderna piattaforma software di progettazione elettrica migliora la creazione e la gestione degli schemi SLD, diventare esperti del software richiede un notevole investimento di tempo e denaro. **Per molte organizzazioni che non dispongono del tempo o delle risorse umane per farlo autonomamente, è preferibile esternalizzare l'uso del software e la gestione dei propri SLD richiedendo tale servizio a un fornitore qualificato.**



I fornitori ideali si avvalgono di esperti in materia di distribuzione elettrica con grande esperienza nell'acquisizione dei dati e nello sviluppo di modelli Digital Twin. Tale esperienza dovrebbe tradursi nella fornitura più rapida di un efficiente modello Digital Twin che rispecchi la realtà attuale dell'infrastruttura elettrica del sito.

Schneider Electric crede in un futuro in cui i lavori sul campo diventeranno sempre più digitali e automatizzati. Tecnologie come la modellazione BIM avanzata, il machine learning, il cloud computing e l'IoT porteranno a una maggiore efficienza operativa, resilienza e sostenibilità. La creazione di un Digital Twin dell'impianto elettrico (iSLD) è un primo passo per i proprietari dei siti produttivi nel cammino verso questo futuro.

Nella sezione finale, esponiamo alcune considerazioni sulla gestione autonoma degli SLD o sull'assunzione di un fornitore qualificato per la fornitura di servizi.

## Considerazioni sul "fai da te" o sull'outsourcing

Come già detto, per beneficiare di schemi SLD accurati è necessario un impegno costante da parte del management e dei proprietari per fornire le risorse necessarie a crearli e aggiornarli per l'intero ciclo di vita del sito produttivo. Questo indipendentemente dal fatto che tale compito sia gestito internamente all'azienda o che sia esternalizzato come servizio di un fornitore qualificato. La decisione di optare per il fai-da-te (DIY) o per l'outsourcing del servizio si riconduce essenzialmente a due fattori:

1. La disponibilità del tempo e del personale necessari per svolgere questo compito in modo efficiente
2. Il costo associato all'acquisto di un pacchetto software per l'ingegneria dei sistemi energetici e all'utilizzo di risorse umane rispetto al costo di un servizio di Digital Twin

Come affermato in precedenza, per acquisire i dati (4-5 giorni) e costruire un modello di iSLD (2-3 giorni) per un sito di dimensioni medio-piccole sono necessari circa 6-8 giorni di lavoro da parte di tecnici esperti e adeguatamente formati. Inoltre, occorrere considerare anche il tempo e i costi aggiuntivi necessari per acquistare il software iSLD e ricevere la formazione necessaria per utilizzarlo. Il tempo necessario per acquisire i dati e costruire un modello accurato può variare notevolmente a seconda del numero di persone coinvolte e della percentuale di tempo dedicata allo svolgimento di tale compito. Anche la qualità del risultato varia a seconda di quanto il team sia preparato a utilizzare a pieno tutte le funzionalità del software. Inoltre, il successo finale a lungo termine dipende dall'impegno dell'azienda ad aggiornare gli schemi SLD di pari passo con i cambiamenti e le evoluzioni nel tempo.

I fornitori che offrono servizi di Digital Twin elettrico per creare iSLD offrono una varietà di opzioni di servizio, condizioni contrattuali e piani tariffari. Tuttavia, in generale, il proprietario retribuisce inizialmente il venditore per:

- acquisire i dati
- costruire e fornire il modello di iSLD
- fornire la licenza software per avere, modificare e visualizzare il modello

Si noti che alcuni fornitori di servizi offrono una possibilità di risparmio lasciando che sia il proprietario del sito produttivo ad acquisire i dati, cosa che, tuttavia, non è consigliabile data l'importanza dell'acquisizione e della verifica di tutti i dati.

Avendo la proprietà del modello, gli operatori del sito possono rapidamente concedere o condividere l'accesso al fornitore di servizi o a qualsiasi società di servizi di ingegneria per effettuare aggiornamenti del modello o eseguire studi e valutazioni tecniche. In questo modo si risparmiano i costi e tempi necessari per l'acquisizione dei dati ogni qualvolta sia necessario. Va osservato che alcuni di questi fornitori di servizi offrono anche contratti di manutenzione per tenere aggiornati gli schemi iSLD e prestare servizi aggiuntivi come studi tecnici e calcoli energetici per progetti di modernizzazione ed espansione.

Se si decide di optare per un servizio, è necessario formulare le seguenti domande per valutare i vari fornitori di servizi:

- Quale esperienza e competenza in materia di ingegneria elettrica può dimostrare il fornitore?
- Quali sono le capacità della piattaforma software di progettazione elettrica?
- Qual è la strategia di cybersecurity del fornitore per la piattaforma?
- Quali dati vengono acquisiti e come vengono confrontati con altri?
- Qual è il grado di flessibilità del fornitore nell'adattare il servizio alle proprie esigenze specifiche?
- Vengono offerti servizi per aggiornare il modello nel tempo?
- Vengono offerti servizi per condurre studi e valutazioni tecniche?

## Conclusioni

Gli schemi (SLD) rappresentano una vera e propria mappa del sistema di distribuzione elettrica. Questi schemi, insieme alle informazioni che contengono, sono strumenti fondamentali per i team operativi e di manutenzione (O&M) nella gestione sicura, affidabile ed efficiente dei siti. Pertanto, l'aggiornamento costante degli schemi SLD è un imperativo, affinché rispecchino accuratamente la situazione reale. Un iSLD è uno schema unifilare più avanzato, archiviato e gestito in un software specializzato che include funzionalità avanzate e la conoscenza delle caratteristiche e del comportamento operativo dei dispositivi, e che di fatto crea un Digital Twin della rete elettrica fisica.

Creare e tenere aggiornati gli schemi SLD richiede un impegno e uno sforzo costante da parte del management e dei team O&M. Per chi non dispone del tempo e/o delle competenze necessarie, si può ricorrere a fornitori qualificati nella fornitura di servizi per la creazione di SLD digitalizzati intelligenti (iSLD). I fornitori adeguatamente qualificati disporranno delle necessarie competenze software di ingegneria dei sistemi elettrici ed energetici. Un valido fornitore ha anche esperienza nell'acquisizione dei dati e nello sviluppo del Digital Twin elettrico (iSLD) del sistema e probabilmente eseguirà queste attività in modo più rapido ed efficace.

Schneider Electric crede in un futuro in cui i lavori sul campo diventeranno sempre più digitali e automatizzati. Tecnologie come la modellazione BIM avanzata, il machine learning, il cloud computing e l'IoT porteranno a una maggiore efficienza operativa, resilienza e sostenibilità. La creazione di un Digital Twin dell'impianto elettrico (iSLD) è un primo passo per i proprietari dei siti produttivi nel cammino verso questo futuro.


### Informazioni sull'autore

**Patrick Donovan** è un analista di ricerca senior per l'Energy Management Research Center di Schneider Electric. Ha più di 25 anni di esperienza nello sviluppo e nell'assistenza di sistemi critici di alimentazione e raffreddamento per l'unità aziendale Secure Power di Schneider Electric, comprese diverse soluzioni premiate nei campi di protezione dell'alimentazione, efficienza e disponibilità. Autore di numerosi white paper, articoli di settore e valutazioni tecnologiche, la ricerca di Patrick sulle tecnologie e i mercati delle infrastrutture fisiche dei data center offre indicazioni e consigli sulle best practice per la pianificazione, la progettazione e il funzionamento delle infrastrutture dei data center.

VOTA QUESTO WHITE PAPER





 [Sfoggia tutti i libri bianchi](#)  
[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)

 [Sfoggia tutti i TradeOff Tools™](#)  
[strumenti.apc.com](http://strumenti.apc.com)

**Nota:** I link a Internet possono diventare obsoleti nel tempo. I link di riferimento erano disponibili al momento della stesura di questo documento, ma potrebbero non esserlo più.

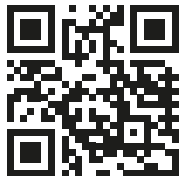
## Contatti

Per feedback e commenti sul contenuto di questo white paper:

Centro di ricerca sulla gestione dell'energia di Schneider Electric [dcsc@schneider-electric.com](mailto:dcsc@schneider-electric.com)

**Schneider Electric S.p.A.**  
Sede Legale e Direzione Centrale  
Via Circonvallazione Est, 1  
24040 STEZZANO (BG)  
[www.se.com/it](http://www.se.com/it)

Home Page Supporto Clienti



**Centro Supporto Cliente**  
Tel. 011 708 9100



**Centro Formazione Tecnica**  
email: [it-formazione-tecnica@se.com](mailto:it-formazione-tecnica@se.com)

Life Is On

**Schneider**  
Electric

In ragione dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche riportate nei testi e nelle illustrazioni del presente documento si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di Schneider Electric.