
						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)											
Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™						Author: Mohammad Amiri					
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17					
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 1 of 21					

سیستم های کنترل و اتوماسیون شرکت اشنايدر الکتریک (مروری بر نسل های مختلف)



Article 0001:

CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)



Article No.

BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™

Author: **Mohammad Amiri**

Date: **2026-04-17**

Page: **2 of 21**

Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.
KR	WA	AT	FA	0001	R00

فهرست

۱- مقدمه ۴

۱-۱- معرفی Schneider Electric و مسیر ورود به دنیای اتوماسیون ۴

۱-۲- تعریف PLC و DCS و تفاوت رویکرد آن ها ۴

۱-۳- نقش تاریخی برند Modicon به عنوان بنیان گذار صنعت PLC و DCS ۵

۱-۴- تاثیر Modicon بر استانداردهای ارتباطی صنعتی ۵

۲- تاریخچه و معرفی نسل های اصلی سیستم کنترل اشنایدر الکترونیک ۶

۲-۱- تاریخچه و معرفی نسل های اصلی Modicon ۶

۲-۱-۱- آغاز راه - Modicon 084 (سال ۱۹۶۸) ۶

۲-۱-۲- توسعه نسل های اولیه - Modicon 184، 284، 384 ۷

۲-۱-۳- Modicon 484 - انقلاب دوم (سال ۱۹۷۴) ۷

۲-۱-۴- Modicon 984 - ورود به عصر شبکه های صنعتی (دهه ۸۰) ۸

۲-۱-۵- سری TSX و Premium - گذار به معماری مدرن (دهه ۹۰ تا ۲۰۱۰) ۹

۲-۱-۶- Modicon Quantum - ورود به سطح صنعتی-فرایندی (دهه ۹۰ تا ۲۰۱۸) ۱۰

۲-۱-۷- Modicon M340 - عصر ماژولار و فشرده (۲۰۰۸ تا امروز) ۱۰

۲-۱-۸- Modicon M580 - قدرتمندترین نسل (۲۰۱۴ تا امروز) ۱۱

۲-۱-۹- جایگاه Modicon در بازار جهانی PLC ۱۲

۲-۲- نسل های DCS و سیستم های ایمنی Schneider Electric (Foxboro و Triconex) ۱۳

۲-۲-۱- تاریخچه Foxboro - بنیان گذار سیستم های کنترل فرایندی ۱۳

۲-۲-۲- Foxboro Evo و Foxboro DCS EcoStruxure - نسل جدید ۱۴

۲-۲-۳- Foxboro Evo و Triconex - رهبر جهانی در سیستم های ایمنی صنعتی (Safety Instrumented Systems) ۱۵

۲-۲-۴- یکپارچگی برندها در پلتفرم EcoStruxure ۱۶



KIAN CONTROL RASTA

Article 0001:

CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)



Article No.

BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™

Author: **Mohammad Amiri**

Date: **2026-04-17**

Page: **3 of 21**

Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.
KR	WA	AT	FA	0001	R00

۱۶.....۴.۰ در عصر صنعت Triconex و Foxboro-۲-۲-۵

۱۷ Schneider Electric در SIS و DCS، PLC های کاربردی نسل های ۳-۱

۱۸ ۳-۱- تعریف دقیق کاربردها

۱۸ ۳-۲- مقایسه معماری و سخت افزار

۱۹ ۳-۳- مقایسه نرم افزار و مهندسی

۱۹ ۳-۴- مقایسه هزینه ها

۲۰ ۳-۵- مدل های منسوخ و جایگزین های پیشنهادی (Schneider Electric)

۲۰ ۳-۶- انتخاب سیستم مناسب: رویکرد Schneider Electric

۲۱ ۴- جمع بندی

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.							
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 4 of 21	

۱- مقدمه

در دنیای امروز، اتوماسیون صنعتی نه تنها به عنوان یکی از پایه های اصلی تولید مدرن شناخته می شود، بلکه نقشی تعیین کننده در بهره وری، کیفیت و ایمنی فرآیندهای صنعتی ایفا می کند. در این میان، شرکت Schneider Electric به عنوان یکی از پیشروترین نام ها در عرصه کنترل و اتوماسیون، سهم چشمگیری از پیشرفت های این حوزه را به خود اختصاص داده است.

۱-۱- معرفی Schneider Electric و مسیر ورود به دنیای اتوماسیون

شرکت Schneider Electric ریشه ای عمیق در صنعت جهانی دارد. تاسیس اولیه آن به سال ۱۸۳۶ در فرانسه برمی گردد، زمانی که خانواده Schneider فعالیت خود را در زمینه تولید فولاد و ماشین آلات صنعتی آغاز کرد. با گذشت زمان و تغییر جهت بازار، این شرکت مسیر رشد در فناوری های انرژی و کنترل را پیش گرفت و از دهه ی ۱۹۷۰ به بعد، تمرکز خود را به سیستم های الکتریکی و اتوماسیون اختصاص داد. با خرید شرکت های بزرگی همچون Square D، Telemecanique، Modicon، و بعدها Invensys (مالک برندهای Foxboro و Triconex)، Schneider Electric از یک تولیدکننده صرف به یک غول فناوری جهانی در زمینه کنترل، اتوماسیون و مدیریت انرژی تبدیل شد. اکنون Schneider Electric در قالب پلتفرم جهانی EcoStruxure، راه حل های یکپارچه ی هوشمند را از سطح تجهیزات تا نرم افزارهای مدیریتی عرضه می کند و نقش محوری در صنعت Industry 4.0 و تحول دیجیتال جهانی دارد.

۱-۲- تعریف PLC و DCS و تفاوت رویکرد آن ها

با رشد صنعت و نیاز به کنترل دقیق تر فرایندها، دو دسته ی اصلی از سیستم های کنترل شکل گرفتند:

- PLC (Programmable Logic Controller):

کنترلر منطقی برنامه پذیر که اساساً برای کنترل ترتیبی و منطقی ماشین آلات و خطوط تولید طراحی شده است. PLC ها در اصل جایگزین رله های الکترومکانیکی سنتی شدند و با قابلیت برنامه ریزی دیجیتال، تحولی عظیم در انعطاف پذیری و سرعت کنترل ایجاد کردند.

- DCS (Distributed Control System):

سیستم کنترل توزیع شده که بیشتر در فرایندهای پیوسته و پیچیده به کار می رود، مانند پالایشگاه ها، نیروگاه ها، و صنایع پتروشیمی. در این سیستم ها، کنترل به صورت توزیع شده و شبکه ای انجام می شود و هدف آن مدیریت مقیاس بزرگ با پایداری بالا است.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 5 of 21	

در واقع، PLC جهت کنترل ماشین و DCS برای کنترل فرایند طراحی شده است، اما با پیشرفت فناوری های سخت افزاری و نرم افزاری، مرز میان این دو به تدریج کمتر شده است و در اکوسیستم Schneider Electric، این دو فناوری اکنون به شکل هماهنگ در قالب پلتفرم EcoStruxure Automation Expert ترکیب می شوند.

۳-۱- نقش تاریخی برند Modicon به عنوان بنیان گذار صنعت PLC و DCS

یکی از نقاط عطف تاریخ اتوماسیون صنعتی، تولد برند Modicon است، نامی که نه تنها سرآغاز فناوری PLC در جهان بود، بلکه مسیر توسعه ی سیستم های کنترل دیجیتال را برای همیشه تغییر داد.

در سال ۱۹۶۸، مهندس آمریکایی Dick Morley در شرکت Modicon موفق شد نخستین PLC صنعتی جهان را طراحی کند، با هدف جایگزینی تابلوهای عظیم رله ای در خطوط تولید. این نوآوری نقطه ی آغاز عصر جدیدی در صنعت بود؛ به گونه ای که واژه ی “PLC” برای نخستین بار توسط تیم Modicon وارد ادبیات صنعتی شد.

PLC های اولیه Modicon به کارخانه های آمریکایی امکان دادند که فرآیندهای تولید را با انعطاف پذیری بی نظیری کنترل کنند، بدون نیاز به سیم کشی مجدد یا تغییر سخت افزار، فقط با اصلاح برنامه.

در دهه های بعد، Schneider Electric با خرید شرکت Modicon در سال ۱۹۹۶، این میراث بی نظیر را به مالکیت خود درآورد و پایه های نسل های بعدی کنترلرهای هوشمند را بر اساس آن بنا کرد. امروزه، همان روح نوآورانه ای که Modicon 084 در دهه ی ۶۰ میلادی آغاز کرد، در محصولات مدرن Schneider Electric از جمله Modicon M580 ePAC و EcoStruxure Foxboro DCS ادامه دارد.

این پیشینه باعث شده Schneider Electric، علاوه بر رهبری بازار جهانی PLC، جز معدود شرکت هایی باشد که هم در حوزه PLC و هم در DCS و حتی Safety System (با برند Triconex) حضور قدرتمند دارد. یعنی تمامی طیف های کنترل صنعتی را از ماشین تا فرآیند و ایمنی پوشش می دهد.

۴-۱- تاثیر Modicon بر استانداردهای ارتباطی صنعتی

فراتر از طراحی و تولید سخت افزار PLC، نوآوری های Modicon تأثیر بسزایی در شکل گیری و پذیرش استانداردهای ارتباطی در اتوماسیون صنعتی داشت. پروتکل Modbus که در سال ۱۹۷۹ توسط Modicon معرفی شد، به یکی از پرکاربردترین پروتکل های ارتباطی در دنیای اتوماسیون تبدیل گردید.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 6 of 21	

سادگی، انعطاف پذیری و متن باز بودن Modbus، آن را به انتخاب اول برای ارتباط بین PLCها، HMIها، و سنسورها در بسیاری از صنایع مبدل کرد.

بعدها، با ظهور شبکه های مبتنی بر اترنت و افزایش نیاز به سرعت و پهنای باند بالاتر، Schneider Electric نقش کلیدی در توسعه و پذیرش پروتکل هایی مانند Ethernet/IP ایفا کرد. این پروتکل که بر پایه TCP/IP بنا شده، امکان ارتباط یکپارچه و سریع تر بین تجهیزات مختلف را فراهم می آورد و در نسل های جدید PLCهای Modicon مانند سری M580 به صورت بومی پشتیبانی می شود.

این تمرکز بر توسعه ی استانداردهای ارتباطی، نشان دهنده ی رویکرد جامع Schneider Electric به اتوماسیون است؛ رویکردی که نه تنها به سخت افزار، بلکه به زیرساخت نرم افزاری و پروتکل های ارتباطی نیز توجهی ویژه دارد.

۲- تاریخچه و معرفی نسل های اصلی سیستم کنترل شنایدر الکتریک

۲-۱- تاریخچه و معرفی نسل های اصلی Modicon

برند Modicon به عنوان قدیمی ترین و اولین سازنده PLC در جهان، بخش مهمی از تاریخ اتوماسیون صنعتی را شکل داده است. مسیر تکامل این خانواده از مدل های اولیه با طراحی کاملاً رله محور، به نسل های پیشرفته ای مانند Modicon M580 ePAC رسیده که امروز در قلب بسیاری از صنایع سنگین جهان قرار دارد.

این بخش، سیر تکاملی Modicon را از اولین PLC جهان تا مدرن ترین کنترلرهای Schneider Electric بررسی می کند.

۲-۱-۱- آغاز راه – Modicon 084 (سال ۱۹۶۸)

اولین نسل PLC در جهان، یعنی Modicon 084، توسط تیمی به رهبری Dick Morley طراحی شد. این سیستم به درخواست شرکت هایی ساخته شد که نیاز به جایگزینی تابلوهای رله ای بزرگ داشتند. چند ویژگی کلیدی نسل 084:

- استفاده از لامپ های منطقی و بردهای الکترونیکی ساده
- قابلیت برنامه ریزی مجدد بدون سیم کشی مجدد
- طراحی برای صنایع خودروسازی (به ویژه GM در آمریکا)

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.							
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 7 of 21	

• پایه گذاری مفهوم منطق نردبانی (Ladder Logic)

اهمیت تاریخی این مدل در این است که Modicon 084 اولین PLC جهان بود و اساس کل صنعت اتوماسیون مدرن را ایجاد کرد.

۲-۱-۲- توسعه نسل های اولیه – Modicon 184، 284، 384

در دهه ۱۹۷۰، Modicon نسل های 184، 284 و 384 را معرفی کرد که نقش بزرگی در استانداردسازی PLC در کارخانجات داشتند. مزایای این نسل ها:

- افزایش تعداد ورودی/خروجی ها
- بهبود پایداری در محیط های صنعتی
- کاهش مصرف انرژی نسبت به نسل قبلی
- ایجاد ساختار ماژولار اولیه

کاربردها:

- خطوط مونتاژ
- صنایع خودرو
- ماشین سازی
- خطوط بسته بندی و حمل و نقل

۳-۱-۲- انقلاب دوم (سال ۱۹۷۴) – Modicon 484

Modicon 484 PLC یکی از موفق ترین و ماندگارترین نسل ها بود.

امکانات برجسته:

- استفاده گسترده از CPU های بهینه تر

 KIAN CONTROL RASTA						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)						 KIAN ENERGY RASTA	
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.								
KR	WA	AT	FA	0001	R00								

- پشتیبانی گسترده تر از زبان Ladder
- افزایش چشم گیر سرعت اسکن
- استفاده در پروژه های وسیع صنعتی

این مدل به قدری موفق بود که بسیاری از استانداردهای امروز PLC عملاً بر اساس رفتار و معماری 484 تعریف شد. بسیاری از کارخانه ها تا دهه ۲۰۰۰ همچنان از 484 استفاده می کردند.

۴-۱-۲- Modicon 984 – ورود به عصر شبکه های صنعتی (دهه ۸۰)

نسل ۹۸۴ اولین خانواده ای بود که شبکه صنعتی Modbus را به صورت گسترده پشتیبانی کرد.

ویژگی های کلیدی:

- معرفی Modbus RTU و سپس Modbus ASCII
- معماری ماژولار گسترده
- سرعت پردازش بالا برای آن دوره
- امکان نصب در محیط های سنگین صنعتی

کاربردها:

- صنایع نیروگاهی
- خطوط انتقال مواد
- کارخانه های سیمان و فولاد
- سیستم های کنترل مرکزی اولیه

وضعیت پشتیبانی:

 KIAN CONTROL RASTA						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)						 KIAN ENERGY RASTA	
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 9 of 21	

- توقف تولید رسمی: ۲۰۰۴

- جایگزین: سری Modicon TSX و Quantum

۵-۱-۲- سری TSX و Premium – گذار به معماری مدرن (دهه ۹۰ تا ۲۰۱۰)

Schneider Electric پس از خرید Modicon، این خانواده را با سری (Telemecanique) TSX و بعدها Premium ادغام کرد.

مزایای اصلی:

- پردازنده های بسیار سریع تر
- حافظه بیشتر
- پشتیبانی از شبکه های مدرن تر (Modbus TCP، CANopen، Ethernet)
- طراحی مناسب برای OEMها و ماشین سازها

Premium در صنایع زیر بسیار محبوب شد:

- بسته بندی
- داروسازی
- مواد غذایی
- ماشین آلات تولیدی

وضعیت تولید:

- توقف تولید: ۲۰۱۶

- جایگزین: Modicon M340

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.							
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 10 of 21	

۶-۱-۲ - Modicon Quantum – ورود به سطح صنعتی-فرایندی (دهه ۹۰ تا ۲۰۱۸)

Quantum در پاسخ به نیاز صنایع بزرگ و فرایندی طراحی شد.

توانمندی ها:

- قابلیت Hot-Standby واقعی
- پشتیبانی از صدها ورودی/خروجی
- سرعت پردازش بالا
- قابلیت ریموت I/O گسترده
- پشتیبانی از Ethernet, Modbus TCP و پروتکل های صنعتی دیگر

صنایع هدف:

- نفت و گاز
- پتروشیمی
- آب و فاضلاب
- نیروگاه ها

وضعیت تولید:

- توقف تولید: ۲۰۱۸
- جایگزین: Modicon M580 ePAC

Quantum یکی از موفق ترین PLC های تاریخ Schneider Electric شد.

۷-۱-۲ - Modicon M340 – عصر ماژولار و فشرده (۲۰۰۸ تا امروز)

M340 برای ماشین سازها و اتوماسیون متوسط طراحی شد.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)						 KIAN ENERGY RASTA	
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.								
KR	WA	AT	FA	0001	R00								

نکات شاخص:

- معماری فشرده و پر قدرت
- ماژول های I/O با قابلیت نصب آسان
- پشتیبانی قوی از Ethernet
- سازگاری با محیط توسعه Unity Pro / EcoStruxure Control Expert

کاربردها:

- ماشین آلات
 - خطوط مونتاژ
 - سیستم های کنترل توزیع شده
- این سری هنوز تولید می شود و بازار OEM را تحت سلطه دارد.

۸-۱-۲ - Modicon M580 – قدرتمندترین نسل (۲۰۱۴ تا امروز)

Modicon M580 اولین ePAC جهان نامیده شد؛ یعنی کنترلی که کاملاً بر پایه Ethernet و معماری باز طراحی شده است.

ویژگی های برجسته:

- CPU روی Ethernet Native
- Cyber Security سطح یکپارچه IEC 62443
- پشتیبانی از Modbus TCP, EtherNet/IP, OPC UA
- امکان توسعه تا هزاران نقطه I/O
- ادغام مستقیم با AVEVA و EcoStruxure

صنایع هدف:

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.							
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 12 of 21	

- نفت و گاز
- پتروشیمی
- صنایع سنگین
- نیروگاهی
- آب و فاضلاب بزرگ

M580 در حال حاضر پرچم دار PLC های Schneider Electric است و جایگزین رسمی Quantum محسوب می شود.

۹-۱-۲- جایگاه Modicon در بازار جهانی PLC

- سهم تاریخی Modicon از بازار PLC های جهان: ۱۳ تا ۱۸٪
- بیش از ۵۵ سال سابقه تولید PLC
- حضور در بیش از ۱۵۰ کشور
- از قابل اعتمادترین برندهای جهان در صنایع سنگین
- Modicon از معدود برندهایی است که تقریباً در تمام تاریخ PLC حضور داشته و همچنان یک برند زنده و فعال است
- خانواده Modicon از یک PLC ساده در سال ۱۹۶۸ آغاز شد و امروز با سری M580 در بالاترین سطح اتوماسیون صنعتی قرار دارد. مسیر تکاملی آن شامل:
 - 084: اولین PLC جهان
 - 484: استانداردسازی
 - 984: ورود به شبکه های صنعتی
 - TSX/Premium: ماشین سازی
 - Quantum: صنایع سنگین

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 13 of 21	

- M340: معماری فشرده

- M580: Ethernet Native و معماری مدرن

Modicon همچنان یکی از ستون های اصلی محصولات Schneider Electric است و نقش بسیار برجسته ای در شکل گیری صنعت PLC داشته است.

۲-۲- نسل های DCS و سیستم های ایمنی (Triconex و Foxboro) Schneider Electric

در دهه ی ۲۰۱۰، Schneider Electric با خرید شرکت Invensys، دو برند قدرتمند و باسابقه در دنیای کنترل فرایندی و ایمنی صنعتی را به سبد محصولات خود اضافه کرد: Foxboro و Triconex.

ترکیب این دو با خانواده ی Modicon، باعث شد Schneider Electric به طور کامل تمام سطوح اتوماسیون را، از PLC تا DCS و Safety System، در یک پلتفرم واحد گرد هم آورد.

۱-۲-۲- تاریخچه Foxboro – بنیان گذار سیستم های کنترل فرایندی

شرکت Foxboro Instruments Company در سال ۱۹۰۸ در ماساچوست آمریکا تاسیس شد و از پیشگامان سیستم های اندازه گیری و کنترل بود.

مسیر تکامل:

- دهه ۱۹۵۰: معرفی سیستم های پنوماتیکی کنترل دما و فشار.
- دهه ۱۹۷۰: توسعه ی سیستم های Distributed Control System (DCS) برای صنایع شیمیایی.
- دهه ۱۹۸۰-۱۹۹۰: عرضه ی I/A Series DCS، یکی از اولین DCS های کاملاً دیجیتال جهان.
- ۲۰۱۴: ورود Foxboro به مالکیت Schneider Electric پس از خرید Invensys.

ویژگی های برجسته Foxboro DCS:

- عملکرد پیوسته و پایدار برای فرآیندهای حساس.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 14 of 21	

- ساختار توپولوژی توزیع شده (Distributed Architecture) با کنترلگرهای محلی.
- پشتیبانی از Redundancy کامل در CPU و شبکه.
- نرم افزار قدرتمند مهندسی با محیط Foxboro Evo Control System.
- سازگاری کامل با پایگاه داده و سیستم های تحلیلی AVEVA (Wonderware) بعد از ادغام با Schneider Electric.

کاربردها:

- پالایشگاه ها
- پتروشیمی و گاز
- صنایع شیمیایی و فرآیندی مداوم
- نیروگاه های حرارتی و سیکل ترکیبی


Foxboro از دید تاریخی، در سطح جهانی هم طراز برندهایی مثل Emerson DeltaV، Honeywell Experion و Yokogawa Centum محسوب می شود.

۲-۲-۲ - Foxboro Evo و Foxboro DCS EcoStruxure – نسل جدید

پس از خرید Invensys، Schneider Electric خط تولید Foxboro را به صورت کامل با پلتفرم EcoStruxure یکپارچه کرد و محصول جدیدی با نام EcoStruxure Foxboro DCS (EFDACS) عرضه نمود.

ویژگی های کلیدی EFDACS:

- کنترل مبتنی بر Ethernet و پروتکل های استاندارد صنعتی (IEC 62443 امن)
- معماری باز برای اتصال به PLC، SCADA و سیستم های بالادستی
- پشتیبانی از Modicon M580 و AVEVA System Platform

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)											
Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™						Author: Mohammad Amiri					
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17					
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 15 of 21					

• قابلیت EcoStruxure Historian با Real-Time Data Analytics

• ترکیب کنترل کلاسیک با Automated Operations و Predictive Maintenance

تمایز عمده:

در واقع EcoStruxure Foxboro DCS پلی بین DCS کلاسیک و PLCهای مدرن است، انعطاف پذیری PLC را با پایداری DCS ترکیب می کند.

۲-۲-۳ - Foxboro Evo و Triconex – رهبر جهانی در سیستم های ایمنی صنعتی (Safety Instrumented Systems)

برند Triconex که توسط شرکت Triconex Systems Inc در سال ۱۹۸۶ تاسیس شد، یکی از معروف ترین سازندگان سیستم های ایمنی سطح بالا (SIS) در دنیاست.

این سیستم ها برای جلوگیری از حوادث بحرانی مثل انفجار، اضافه فشار یا نشت های خطرناک در صنایع فرایندی طراحی شده اند.

معماری ایمن سه گانه (Triple Modular Redundancy – TMR)


Triconex از یک معماری خاص با سه پردازنده ی مستقل استفاده می کند که هرکدام عملیات مشابهی را انجام می دهند. در صورت بروز اشکال در یکی از پردازنده ها، دو واحد سالم تصمیم نهایی را می گیرند و سیستم بدون توقف ادامه می دهد.

ویژگی های کلیدی:

- معماری TMR برای اطمینان 99.999%
- تاییدیه های IEC 61508 SIL3 و TÜV Rheinland
- ارتباط امن با DCS و PLC از طریق Modbus، OPC UA و Ethernet
- نرم افزار پیکربندی و مانیتورینگ Tricon CX
- پشتیبانی کامل از EcoStruxure Safety Platform

کاربردها:

- پالایشگاه ها و مجتمع های پتروشیمی

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)											
Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™						Author: Mohammad Amiri					
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17					
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 16 of 21					

- نیروگاه های هسته ای و حرارتی
- خطوط LNG و فرآیندهای خطرناک
- سیستم های اضطراری (ESD) Shutdown
- سیستم های کنترل شعله و گاز

۴-۲-۲- یکنواختی برندها در پلتفرم EcoStruxure

پس از ادغام، Schneider Electric معماری جامع EcoStruxure Plant را توسعه داد که در آن سه برند اصلی در یک ساختار یکنواخت کار می کنند:

نقش	نوع سیستم	برند / سیستم	رده کاربرد
کنترل منطقی	PLC / ePAC	Modicon (M340, M580)	کنترل ماشین آلات و فرایندهای ترتیبی
کنترل فرایندی و نظارت یکنواخت	DCS	Foxboro DCS	کنترل فرایند پیوسته
قطع اضطراری و ایمنی سطح بالا	SIS (Safety)	Triconex	ایمنی و حفاظت فرایند

این ادغام، مدل سه لایه ی معروف Schneider Electric را ایجاد کرده است:

- Control Layer (PLC/DCS) – سطح کنترل فرایندها
- Safety Layer (SIS) – سطح ایمنی و جلوگیری از حادثه
- Supervisory Layer (SCADA/AVEVA) – سطح نظارت و مدیریت عملیات

۴-۲-۵- Triconex و Foxboro در عصر صنعت ۴.۰

در دهه ی اخیر، Schneider Electric سیستم های Foxboro DCS و Triconex SIS را با سرویس های Cloud و AI Analytics ترکیب کرده است.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)							
						Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17	
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 17 of 21	

ویژگی های نوین:

- پشتیبانی از کنترل از راه دور با Edge Gateway
- اتصال مستقیم به AVEVA Predictive Analytics
- ذخیره ی داده ها در EcoStruxure Data Lake
- سازگاری کامل با Cyber Security IEC 62443 و NIST Guidelines

اکنون، Schneider Electric به عنوان تنها شرکت جهانی شناخته می شود که در هر سه حوزه ی زیر، سبد محصول فعال و کامل دارد:

- PLC و کنترل ترتیبی – Modicon
- DCS و کنترل پیوسته – Foxboro
- SIS و ایمنی صنعتی – Triconex

به عنوان جمع بندی میتوان گفت Foxboro پایه گذار سیستم های DCS مدرن، با سابقه ای بیش از صد سال، و Triconex رهبر سیستم های ایمنی سطح SIL3، با تکنولوژی TMR میباشند. ادغام این دو برند در پلتفرم EcoStruxure Plant، باعث ایجاد یک زنجیره ی کامل اتوماسیون و ایمنی شده است. Schneider Electric با ترکیب Modicon، Foxboro و Triconex، امروز یکی از جامع ترین پلتفرم های اتوماسیون صنعتی در دنیا را ارائه می دهد.

۳- مقایسه فنی و کاربردی نسل های PLC، DCS و SIS در Schneider Electric

هدف این بخش، ارائه تصویری جامع از تفاوت ها، هم پوشانی ها و نحوه ی انتخاب صحیح بین سیستم های PLC (خانواده Modicon)، DCS (خانواده Foxboro) و SIS (خانواده Triconex) در اکوسیستم Schneider Electric است. درک این تمایزات برای طراحی یک سیستم اتوماسیون کارآمد، ایمن و مقرون به صرفه حیاتی است.

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)	
Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	Author: Mohammad Amiri
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.		Date: 2026-04-17
KR	WA	AT	FA	0001	R00		Page: 18 of 21

۱-۳- تعریف دقیق کاربردها

اولویت	مثال صنعتی	کاربرد اصلی	نوع سیستم
سرعت، انعطاف پذیری، هزینه	خطوط مونتاژ، بسته بندی، دستگاه های CNC، رباتیک	کنترل منطقی، ترتیبی و ناپیوسته ماشین آلات و فرآیندهای سریع	PLC (Programmable Logic Controller)
پایداری، جامعیت، قابلیت اطمینان بالا (Redundancy)	پالایشگاه، پتروشیمی، نیروگاه، صنایع شیمیایی	کنترل پیوسته، توزیع شده و پیچیده ی فرآیندها در مقیاس بزرگ	DCS (Distributed Control System)
ایمنی مطلق (SIL)، اطمینان پذیری بالا، عملکرد در شرایط بحران	سیستم های اضطراری خاموش کننده (ESD)، کنترل نشت گاز، حفاظت از فشار بیش از حد	حفاظت از جان انسان، محیط زیست و تجهیزات در برابر خطرات بحرانی	SIS (Safety Instrumented System)

۲-۳- مقایسه معماری و سخت افزار

SIS (Triconex)	DCS (Foxboro)	PLC (Modicon)	ویژگی
توزیع شده با پردازنده های سه گانه (TMR)	کاملاً توزیع شده (Distributed)	بیشتر ماژولار و متمرکز (با قابلیت توزیع I/O)	معماری مرکزی/توزیع شده
طراحی شده برای پردازش منطق ایمنی، سرعت بالا در اجرای دستورات ایمنی	قابلیت پردازش حجیم فرآیند، نرخ به روزرسانی متوسط	سرعت بالا، مناسب برای منطق پیچیده	پردازشگر (CPU)
افزونگی سه گانه (TMR) در CPU، قابل افزونگی در I/O و شبکه	افزونگی کامل در CPU, Network, Power Supply (بسیار رایج)	قابل پیاده سازی (CPU, Network) اما نه در سطح پیش فرض DCS	Redundancy (افزونگی)
سریع برای اجرای منطق ایمنی، اما تمرکز بر عملکرد در شرایط بحران	کندتر (چند صد میلی ثانیه تا چند ثانیه)	بسیار سریع (میلی ثانیه)	نرخ به روزرسانی (Scan Rate)
زیاد، با ماژول های اختصاصی ایمن	بسیار زیاد، با ماژول های اختصاصی	متوسط تا بسیار زیاد (بسته به سری)	قابلیت توسعه I/O
Modbus, Ethernet, OPC UA	Modbus TCP, EtherNet/IP, OPC UA, پروتکل های اختصاصی	Modbus, Ethernet/IP, Profibus, PROFINET, OPC UA	پروتکل های ارتباطی

						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)																	
Article No.												BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™						Author: Mohammad Amiri					
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.	Page: 19 of 21																	
KR	WA	AT	FA	0001	R00																		

۳-۳- مقایسه نرم افزار و مهندسی

SIS (Triconex - Tricon CX)	DCS (Foxboro - EFDCS)	PLC (Modicon - EcoStruxure Control Expert)	ویژگی
Ladder Logic, Function Block Diagram (FBD)	زبان های گرافیکی، شیء گرا، زبان های استاندارد	IEC 61131-3 (Ladder, FBD, ST, SFC, IL)	زبان برنامه نویسی
یکپارچه، Tricon CX Software	یکپارچه، Foxboro Evo، EcoStruxure Control Builder	یکپارچه، Unity Pro / EcoStruxure Control Expert	محیط توسعه
بالا؛ نیاز به دانش دقیق استانداردها و منطق ایمنی	بالا؛ نیاز به تخصص در کنترل فرآیند و شبکه سازی	متوسط؛ نیاز به دانش برنامه نویسی	پیچیدگی مهندسی
ابزارهای تخصصی برای تحلیل منطق ایمنی و وضعیت سیستم	ابزارهای پیشرفته برای تحلیل فرآیند	ابزارهای قدرتمند آنلاین و آفلاین	اشکال زدایی (Debugging)
بسیار دقیق و مستندسازی شده (الزامات SIL)	فرآیندهای مدون و سفت و سخت	استاندارد، نیازمند مستندسازی	مدیریت تغییر (Change Management)

۳-۴- مقایسه هزینه ها

کل هزینه مالکیت (TCO)	هزینه نگهداری و مهندسی	هزینه اولیه	نوع سیستم
پایین تا متوسط	متوسط	پایین تا متوسط	PLC
بالا	بالا (نیاز به تخصص)	بالا	DCS
بسیار بالا	بالا (نیاز به تخصص و گواهینامه)	بسیار بالا	SIS

این هزینه ها تقریبی هستند و بسته به مقیاس پروژه، میزان افزونگی و پیچیدگی، می توانند بسیار متغیر باشند. DCS و SIS اغلب برای پروژه های بزرگ و حساس اقتصادی تر هستند، چون هزینه ی حوادث و توقف ناخواسته در آن ها بسیار بالاتر است.

		Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)					
		Article No.				Author: Mohammad Amiri	
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.	BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™	
KR	WA	AT	FA	0001	R00	Date: 2026-04-17	
						Page: 20 of 21	

۳-۵- مدل های منسوخ و جایگزین های پیشنهادی (Schneider Electric)

خانواده/نسل منسوخ	تاریخ توقف تولید (تقریبی)	جایگزین پیشنهادی	رده کاربرد جایگزین
Modicon 984	2004	Modicon M580 ePAC	PLC/ePAC پیشرفته
Modicon TSX/Premium	2016	Modicon M340	PLC متوسط
Modicon Quantum	2018	Modicon M580 ePAC	PLC/ePAC پیشرفته
Foxboro I/A Series (نسل های قدیمی)	در حال جایگزینی	EcoStruxure Foxboro DCS (EFDCS)	DCS مدرن
Triconex (نسل های قدیمی)	در حال جایگزینی	Triconex CX / TS Series	SIS مدرن

۳-۶- انتخاب سیستم مناسب: رویکرد Schneider Electric

Schneider Electric با داشتن سبد کاملی از Modicon، Foxboro و Triconex، به مشتریان اجازه می دهد تا بر اساس نیازهای دقیق پروژه، بهترین ترکیب را انتخاب کنند:

- پروژه های کوچک و متوسط، ماشین آلات:
 - Modicon M221, M241, M251: برای کاربردهای ساده و استاندارد.
 - Modicon M340: برای اتوماسیون متوسط و ماشین های پیچیده.
- صنایع فرآیندی بزرگ (نفت، گاز، پتروشیمی، نیروگاه):
 - Modicon M580 ePAC: برای کنترل سریع و گسترده ی بخش هایی که نیاز به انعطاف پذیری PLC دارند (مانند واحد بسته بندی در پتروشیمی، یا برخی بخش های کنترلی در نیروگاه).
 - EcoStruxure Foxboro DCS: برای کنترل و نظارت جامع بر کل فرآیند، پایداری بالا و مدیریت یکپارچه.
 - Triconex SIS: برای تمامی عملکردهای ایمنی حیاتی که نیاز به گواهینامه های SIL دارند.
- کاربردهای ایمنی خاص:

 KIAN CONTROL RASTA						Article 0001: CONTROL SYSTEMS & AUTOMATION SOLUTIONS OF SCHNEIDER ELECTRIC (REVIEW OF DIFFERENT GENERATIONS)						 KIAN ENERGY RASTA					
Article No.						BI-WEEKLY ARTICLES BY KR GROUP™						Author: Mohammad Amiri					
Co.	Type	Disc.	Lng.	Ser.	Rev.							Date: 2026-04-17					
KR	WA	AT	FA	0001	R00							Page: 21 of 21					

○ Triconex (سری CX یا TS): برای پیاده سازی سیستم های ESD، F&G (Fire & Gas) و سایر حفاظت های اضطراری.

رویکرد ترکیبی (Hybrid Approach):

بسیاری از صنایع بزرگ امروزه از رویکرد ترکیبی استفاده می کنند:

- DCS برای کنترل اصلی فرآیند.
- PLCهای قدرتمند (مانند M580) برای بخش هایی که نیاز به سرعت بالا، منطق پیچیده یا اتصال مستقیم به تجهیزات مدرن دارند.
- SIS (Triconex) به عنوان لایه ی نهایی ایمنی که با هر دو سیستم DCS و PLC در ارتباط است.
- تمامی این سیستم ها زیر چتر پلتفرم EcoStruxure قرار می گیرند تا یکپارچگی، مدیریت داده و قابلیت های تحلیلی پیشرفته فراهم شود.

۴- جمع بندی

انتخاب بین PLC، DCS و SIS به عوامل متعددی بستگی دارد:

- مقیاس و پیچیدگی فرآیند: PLC برای واحدهای کوچک و ماشین آلات؛ DCS برای واحدهای بزرگ و فرآیندهای مداوم.
 - نیاز به ایمنی: SIS برای حفاظت از جان و دارایی در برابر خطرات بحرانی.
 - سرعت پاسخ دهی: PLC برای منطق سریع؛ DCS برای پایداری فرآیند.
 - هزینه: PLC معمولاً کم هزینه تر در ابتدا؛ DCS/SIS در پروژه های بزرگ توجیه پذیرتر.
 - استانداردهای صنعتی: نیازمندی های خاص هر صنعت (مانند SIL برای ایمنی).
- Schneider Electric با ارائه Modicon، Foxboro و Triconex، امکان پیکربندی سفارشی سیستم اتوماسیون را فراهم کرده است که پاسخگوی تمام نیازهای یک کارخانه مدرن، از کنترل منطقی تا ایمنی بحرانی، باشد.