صنعت نفت
Oilindustry.ir
CLICK HERE

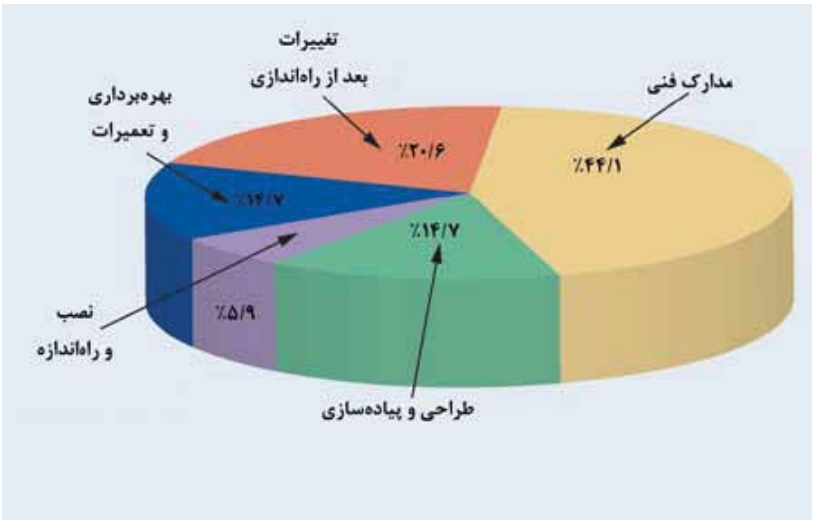
کاربرد مناسب سیستم‌های ابزاردقیق ایمنی

ترجمه و تنظم : مسعودصدرا

بطور کلی چرخه حیاتی ایمنی [Safety Life Cycle]SLC شامل مراحل آنالیز، طراحی، اجرا و عملیات می باشد که در این رابطه یکسری فعالیت‌های مهندسی شامل آنالیز،انتخاب و تعیین مشخصات [Safety Instrumentated System]SIS ، طراحی، ساخت، اجرا، راهبری، انجام تغییرات و تعمیرات در سیستم اشاره شده جهت نیل به اهداف عملی سیستم و SLC باید انجام پذیرد. در این میان فاز آنالیز یکی از مهمترین مراحل جهت مهندسی و طراحی SIS و تامین احتیاجات ایمنی فرایندها می باشد. در این مقاله مراحل مختلف فاز آنالیز شامل تشخیص ریسک وخطرات، کاربرد لایه‌های مستقل سیستمهای محافظتی [Independent Protection Layers]IPL ، تعیین [Safety Instrumented Functions]SIF و تعیین سطح استحکام سیستم ایمنی [Safety Integraty Level]SIL به وسیله روش ماتریس ریسک (Risk Matrix) و روش [Layers of Protection Analyses]LOPA و در انتها تولید مدارک فنی مورد احتیاج سیستم ایمنی [Safety Requirment Specification]SRS مورد بحث قرار می گیرد. همچنین فلسفه مهندسی جهت تعیین SIL و حلقه‌های ایمنی به همراه ذکر یک نمونه از مخازنی که جهت ذخیره مواد شیمیایی خطرناک استفاده می‌گردد،

مقدمه

افزایش پیچیدگی فرایندهای در صنعت نفت و گاز، استفاده از سیستم‌های ایمنی هوشمند وکارآمد را جهت تامین ایمنی مورد قبول و مناسب، الزامی کرده است. بروز حادثه در این صنایع پیامدهایی ناگواری نظیر مرگ انسان‌ها، تخریب محیط زیست، خسارت مالی و از دست رفتن سرمایه و توقف تولید را بدنبال خواهد داشت. توجه کافی در مراحل اولیه پروژه [فاز آنالیز] در طراحی سیستم محافظت ایمنی می‌تواند از بروز سوانح ناشی از کار افتادگی و عملکرد اشتباه، تعمیرات غیرمناسب و تغییرات نادرست، جلوگیری کند. اما این توجه نمی‌تواند از عملکرد اشتباه سیستم ایمنی در اثر خطای طراحی و مهندسی نامطلوب جلوگیری کند. مطالعاتی که در زمینه بررسی علل حوادث ناشی از عملکرد اشتباه سیستم‌های ابزاردقیق ایمنی انجام شده است نشان می‌دهد که حدود



شکل ۱: دلایل بروز خطا یا ازکار افتادن سیستم‌های صنعتی

۴۴/۱ درصد این عوامل مربوط به اشتباه در تدوین مشخصات فنی و ۱۴/۷ درصد مربوط به نقص طراحی و اجرا به عبارت دیگر ۶۰ درصد از عوامل از کارافتادگی سیستم‌های ایمنی مرتبط با فاز طراحی و ساخت می‌باشد[شکل ۱]. بنابراین توجه مخصوص و دقت کافی در فاز آنالیز می تواند عوامل اصلی نقص فنی در سیستم‌های ابزاردقیق ایمنی را کاهش دهد. در این رابطه در مرحله‌طراحی و پیاده‌سازی این سیستم‌ها، استانداردهای IEC 61508 , IEC 61511 ANSI/ISA-84.00.01 می‌توانند استفاده شوند.

فاز آنالیز

بخش اول از استاندارد IEC 61511 که شامل عملکرد سیستم ابزاردقیق ایمنی (SIS) جهت کاربرد در بخش صنایع وفرایندها می‌باشد، می‌تواند به‌عنوان زیربنای تشریح فازهای مختلف SLC بکار گرفته شود [شکل ۲]. چرخه حیاتی ایمنی نشانگر لزوم نگرش سیستماتیک به مسائل ومشکلات مربوط به عملکرد سیستم ایمنی شامل سه فاز؛ آنالیز، تحقق(طراحی واجرا) وعملیاتی می‌باشد. در فاز آنالیز مسائل مربوط به نیازهای ایمنی مانند آنالیز وبررسی ریسک وخطرات وتعیین SIF و کاربرد لایه های محافظتی غیر ابزاردقیقی، تعیین SIL، نیازهای سیستم ابزاردقیق ایمنی (SIS) و جمع‌بندی وتدوین مشخصات فنی سیستم ایمنی (SRS) مورد مطالعه قرار می گیرد. فاز تحقق(طراحی واجرا) شامل طراحی سیستم ایمنی، ساخت، نصب، اجرا و انجام آزمایشات می‌باشد. فاز عملیاتی نیز شامل راه‌اندازی سیستم، راهبری، بررسی واطمینان از صحت مجموعه ایمنی، تعمیرات و جمع‌آوری سیستم در پایان عمر مفید می‌باشد. هدف نهایی هر سازمان وتشکیلات صنعتی انجام کلیه این فعالیتها به نحو موثر جهت نیل به سطح استحکام ایمنی (SIL) مطلوب در طی چرخه حیاتی ایمنی (SLC) می‌باشد. در فاز آنالیز جهت از بین بردن هرگونه شک وسردر گمی در مراحل بعدی بایستی در ابتدا اقدام به تعریف شفاف ودقیقی از اهداف پروژه همراه با مقاصد قابل دسترس گردد. همچنین در این فاز، تشریح فرآیند، حدود دامنه کارکرد وسایل و دامنه عملیات انجام می پذیرد و لذا بدلیل تعیین قوانین لازم الاجرا در این مرحله احتیاج به دقت و ملاحظه بیشتری بوده و ضروری است که مهندسین وطراحانی که

درگیر این فعالیت‌ها می‌باشند اطلاع دقیقی در زمینه فرایند، تکنولوژی، استانداردهای بین المللی، مقررات ایمنی، سلامتی ومحیط زیست (SHE) وسایر استانداردهای مرتبط با خطرات و ریسک جهت نیل به آرمانها واهداف مورد نیاز سازمان داشته باشند.

طراحی سیستم ابزاردقیق ایمنی SIS

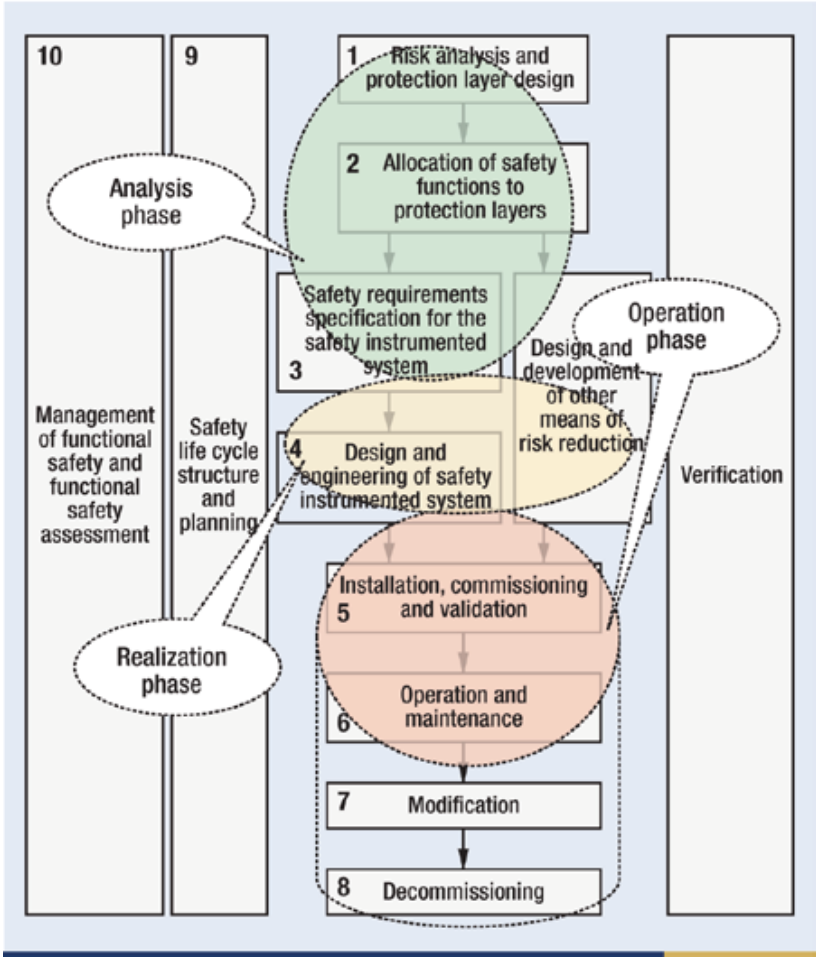
در صنایع و کارخانه‌هائی که در آنها فرایندهای خطرناک وجود دارد، رعایت انجام مراحل صحیح و مناسب سیستم ایمنی فرایندها، لازم و حیاتی می‌باشد. در این رابطه لازم است فناوری‌ها و روش‌های مختلفی جهت کاهش خطرات فرایندی تا حد مورد قبول[از لحاظ ایمنی، حفظ محیط زیست و اقتصاد] اقتباس و بکار گرفته شود. در زمان انتخاب نوع فرایند و طراحی آن دقت کافی جهت کاهش ریسک فرایندی بایستی انجام گیرد. با همه این حال درنهایت ریسک کاملاً از بین برده نشده و مقداری ریسک باقی می‌ماند. اما به هرحال توجه به دو وظیفه SIF و SIL الزامی می‌باشد.

ریسک قابل پذیرش هدفمند

در ابتدای هر پروژه ریسک قابل پذیرش هدفمند (Tolerable Risk Target) توسط سازمان و کارفرما تعیین می گردد. نیل به این سطح از ریسک به منزله وجود خطر به مقدار ریسکی است که در فعالیت‌های روزانه قابل قبول ومورد تحمل می‌باشد. این مقدار از ریسک با استفاده از تجارب قبلی در زمینه فناوری فرایندهای مشابه، میزان سمی بودن محصولات و مواد کاربردی، محل احداث صنایع، شدت ودرجه جراحات وارده، تعداد نفراتی که در معرض این ریسک قراردارند، تواتر و احتمال وقوع ریسک و همچنین رعایت قوانین ملی وبین المللی واستانداردها تعیین می گردد. این میزان از ریسک بعنوان سطح ریسک هدفمند تلقی گشته وبرمبنای آن SIL مورد هدف (Target SIL) معین می گردد. این ریسک لزوماً بایستی با ریسک ناشی از فرایند مقایسه گردد.

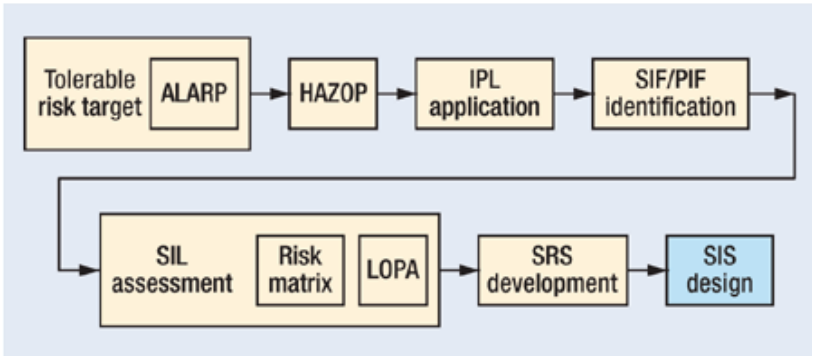
ریسک پایین تاحد عملی معقولALARP

ALARP روشی است که جهت تعریف سطح ریسک قابل قبول هر فرایند خاص بکار رفته وسطوح مختلف ریسک را به سه کلاس ریسک غیر قابل پذیرش، ریسک قابل پذیرش و ریسک قابل اغماض تقسیم‌بندی می‌نماید[شکل ۴]. فاصله زیاد ما بین حد ریسک غیر قابل پذیرش و ریسک قابل پذیرش نیازمند به استفاده از سیستم با درجه حفاظتی بسیار بالا در این فاصله به منظور حفاظت از کارخانجات و صنایع در صورت بروز سوانح وحوادث ناخواسته، می‌باشد. علیرغم استفاده و کاربرد فناوری‌های مختلف جهت کاهش ریسک تا حد معین قابل پذیرش، امکان تقلیل بیشتر ریسک با خرج وهزینه غیرمتعادل همراه خواهد

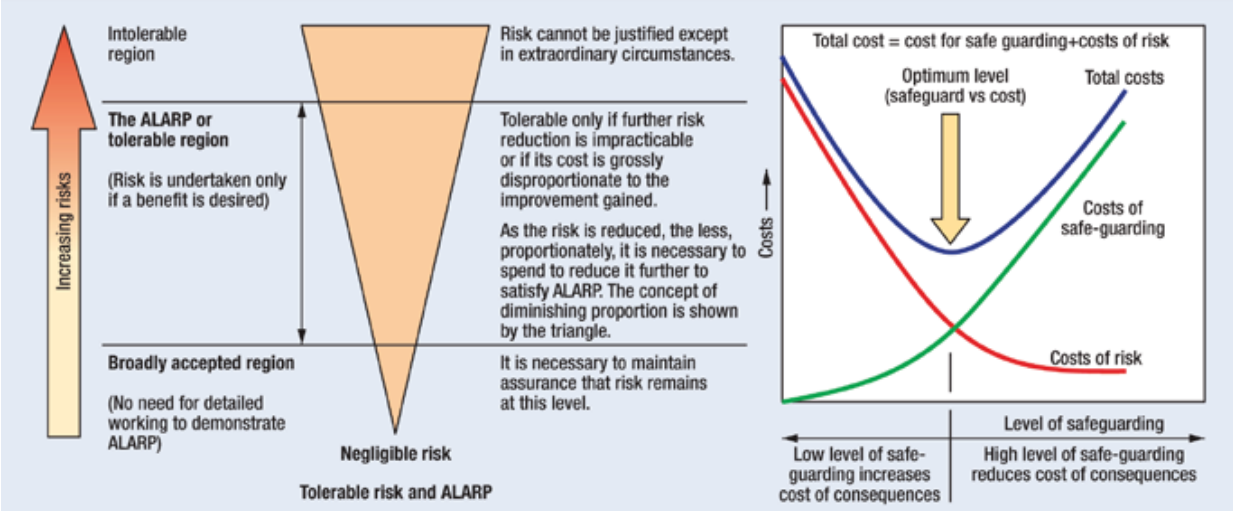


شکل ۲ : چرخه حیات ایمنی IEC 61511 Part 1

بود، لذا با توجه به اینکه حذف ریسک‌های اندک باقیمانده منجر به صرف هزینه‌های غیر معقول جهت تامین سیستم‌های محافظتی بیشتر می گردد، دستیابی به یک سطح ریسک بهینه با برقراری موازنه مابین هزینه‌های کاهش ریسک و هزینه های ناشی از پیامدهای ریسک، ضروری به نظر می رسد. بر طبق تحقیقات آژانس EXIDA فیلادلفیا در سال ۲۰۰۰ جهت بررسی پیرامون ریسک قابل پذیرش صاحبان صنایع بعمل آمده است، در نتیجه میزان ریسک قابل پذیرش بین ۱×۱۰^{-۹} تا ۱×۱۰^{-۵} بدست آمد. به طور معمول این عدد جهت آنالیز بروش ماتریس ریسک سوانح منجربه پیامدها ی ناگوار مرتبط با SHE برابر ۱×۱۰^{-۶} در نظر گرفته می‌شود. بنابراین جهت اطمینان از عملکرد سیستم‌های ابزار دقیق ایمنی(SIS) این میزان سطح ریسک قابل پذیرش را دارا نمی باشد و بایستی SIL مناسب تعیین و به کار گرفته شود.



شکل ۳ : ریسک قابل پذیرش هدفمند



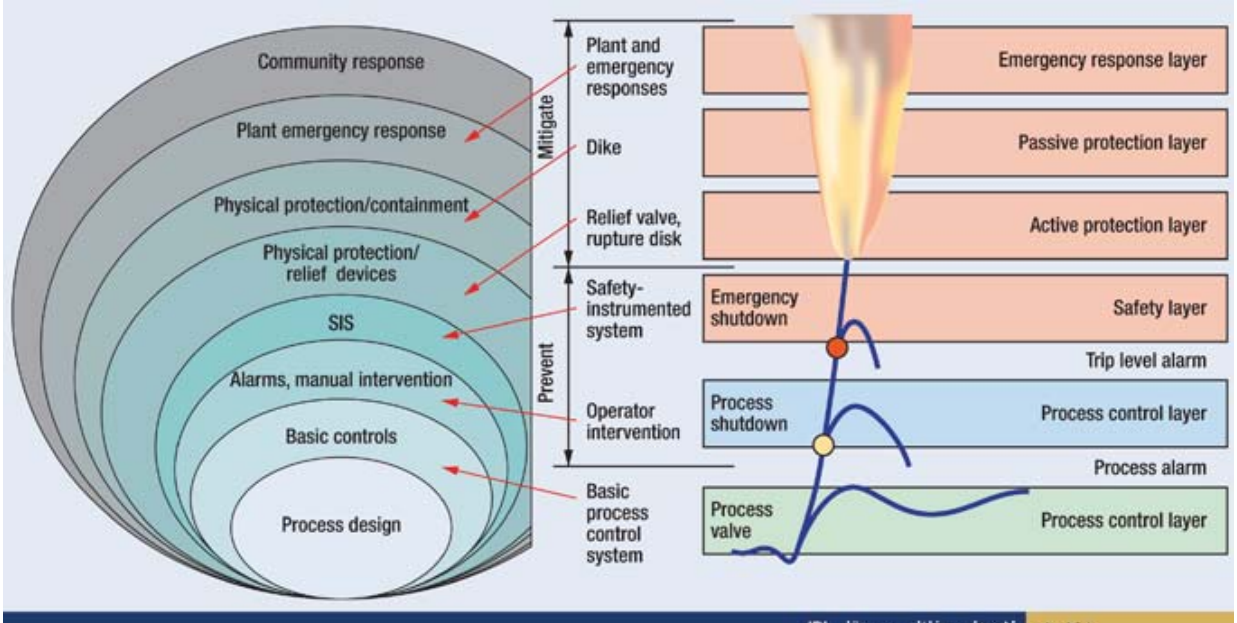
شکل ۴: ریسک قابل قبول و ALARP

آنالیز خطرات فرایندی (روش HAZOP)

جهت این آنالیز اعضای تیمی مرکب از واحدهای عملیاتی (کسانی که مستقیماً در راهبری فرایند نقش دارند) همراه با اعضای واحدهای مهندسی ومدیریتی جهت مطابقت الزامات ایمنی با قوانین ومقررات ملی و بین‌المللی، استانداردها و تجارب ثبت شده اقدام به آنالیز و بررسی خطرات فرایندی می‌نمایند. بدین منظور متدهای و روش‌های متداولی نظیر (What - If Checklist) آنالیز حالت نقص وپیامدها (FMEA) و (HAZOP) جهت تشخیص خطرات وریسک‌های سیستم اتوماسیون فرایندی استفاده می گردد. HAZOP توسط روش طوفان مغزی متخصصین از گروه‌های مختلف مانند مهندسی فرایند، عملیات، ابزاردقیق، ایمنی، مکانیک، برق، بازرسی فنی وغیره انجام می‌پذیرد. در طی جلسات رسمی این متخصصین خطرات بالقوه وریسک مربوط به سیستم‌های حفاظتی موجود جهت تقلیل ریسک وبالاخره سیستم عملی ایمنی جهت فرایند مزبور را مشخص می‌نمایند. مطالعات وبررسی‌های HAZOP معمولاً الگوی خاصی را جهت تشخیص مشکلات وخطرات دنبال نموده وتاثیرات وپیامدهای این خطرات ومشکلات را همراه با بهترین راه حل ممکن و با استفاده از منابع موجود مشخص می‌سازد. این روش جهت تشخیص و آزمایش تعداد عملیات زیاد که در سیستم‌های تولید وساخت پیچیده صورت می گیرند و به منظور اندازه‌گیری میزان خطرات بالقوه تحت تمامی شرایط فرایند تولید مانند راه‌اندازی، راهبری عادی، قطع اضطراری و سایر موارد ناشی از تغییرات در فرایند و سایرموارد مرتبط با ایمنی بکار گرفته می‌شود.

لایه‌های مستقل سیستم‌های حفاظتی

جهت هریک از فرایندها اقدامات خاصی نظیر انتخاب صحیح محل اجرای کارخانه، نصب وسایل، طراحی وسایل (مانند استفاده از ضخامت بالاتر)در زمان طراحی فرایند به منظور کاهش ریسک انجام می‌پذیرد. مضافاً حوادث خطرناک محتمل در زمان راهبری کارخانه بعنوان علل حادثه معین می گردند و نتایج حاصله با اعمال سیستمهای محافظتی (لایه‌های محافظتی) جهت جلوگیری از وقوع هرگونه شرایط غیرعادی ازریابی می گردند. برخی از این لایه‌های محافظتی مانند شیرهای ایمنی، دیسک‌های پاره شونده، حوضچه‌های جمع‌آوری نشتی مایعات وغیره بعنوان جزء لاینفک از طراحی در نظر گرفته می شوند و بخش بسیار حساسی از وسایل وتجهیزات فرایندی

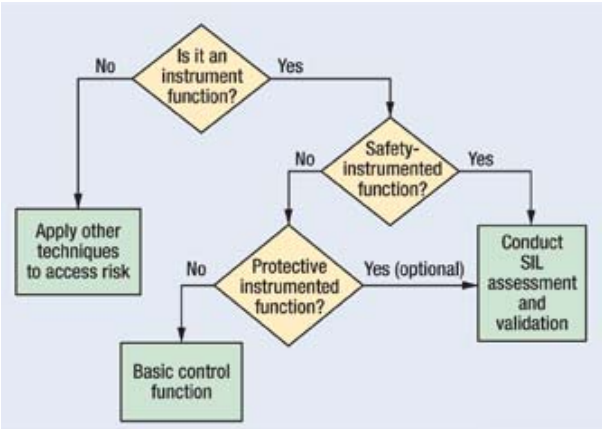


شکل ۵: لایه‌های حفاظتی مستقل IPL

جدول ۱ : تقاضای کم/ زیاد-پیوسته

Demand mode of operation			Continuous mode of operation
Safety integrity level (SIL)	Target average probability of failure on demand	Target risk reduction	Target frequency of dangerous failures to perform the safety instrumented function (per hour)
4	$\geq 10^{-5}$ to $< 10^{-4}$	$>$ 10,00 to $\leq$ 100,000	$\geq 10^{-9}$ to $< 10^{-8}$
3	$\geq 10^{-4}$ to $< 10^{-3}$	$>$ 1,000 to $\leq$ 10,000	$\geq 10^{-8}$ to $< 10^{-5}$
2	$\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$	$>$ 100 to $<$ 1,000	$\geq 10^{-7}$ to $< 10^{-6}$
1	$\geq 10^{-2}$ to $< 10^{-1}$	$>$ 10 to $\leq$ 100	$\geq 10^{-6}$ to $< 10^{-5}$

می‌باشند که در شرایط غیر عادی جهت تقلیل پیامدهای ریسک کاربرد دارند. همچنین آمادگی سیستم SIS و واکنش اپراتورها در زمان دریافت علایم هشداردهنده نیز بعنوان بخشی از تمهیدات جهت تقلیل پیامدهای ریسک در نظر گرفته می‌شوند. بطور کلی تمامی موارد حفاظتی که جهت جلوگیری از خطر وتقلیل پیامدهای خطرات و ریسک بکار می‌روند و به میزان کافی از یکدیگر مستقل بوده و بدون تداخل در وظایف یکدیگر عمل می نمایند IPL نامیده می شوند. IPL باید بتواند مستقل عمل نمایند (Independence)، مشخصات معینی داشته باشد (Specificity) ، قابل بازرسی (Audit ability) و قابل اعتماد (Dependability) باشد[شکل ۵].



شکل ۶ : سیستم ابزاردقیق PIF یا SIF

هر لایه محافظتی بایستی از سایر لایه‌های محافظتی مستقل بوده وصرفاً جهت جلوگیری یا کاهش وتقلیل ریسک وخطرات خاصی طراحی گردد. هر لایه محافظتی بایستی از لحاظ عملکرد در برابر ریسک مشخص ویا نقص فنی به صورت تصادفی یا سیستماتیک قابل اطمینان باشد. طراحی آنها نیز بگونه ای بایستی باشد تا امکان انجام بررسی وتایید عملکرد و بعبارت دیگر امکان آزمایشات تاییدی و تعمیرات سیستم ایمنی را در صورت لزوم داشته باشد . جهت نیل به استقلال لایه‌های محافظتی می‌توان از DCS به عنوان سیستم کنترل توزیع شده، از سیستم قطع اضطراری ESD به عنوان SIS و از PLC جهت کنترل حلقه‌های غیر وابسته به سیستم ایمنی، استفاده نمود.

تعریف عملکرد سیستم ابزاردقیق PIF یا SIF

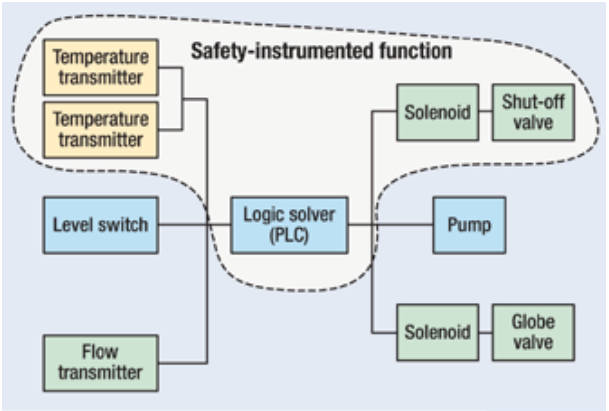
پس از تعریف ومشخص نمودن الزامات عملکرد سیستم‌های ابزاردقیق، لازم ست تعیین شودعملکرد سیستم بر اساس PIF[Protective -Instrumented Function] می‌باشد یا براساس SIF[Safety Instrumented Function] می‌باشند[شکل ۶]. سیستم PIF جهت محافظت وسایل و فرایند[به عنوان مثال راه‌اندازی اتوماتیک پمپ یدکی در صورت کاهش فشار] بکار می‌رود. سیستم‌های SIF جهت حفظ ایمنی وسایل و فرایند(مانند بستن شیرهای خروجی اضطراری در صورت افزایش فشار بیش از حد یا افت سطح مایع در دستگاه‌های تفکیک گر وجهت جلوگیری از ازدیاد بیش از حد فشار وترکیدن وسایل وتجهیزات پایین دست بکار می‌روند[شکل ۷].

هر سیستم SIF احتیاج به SIL ویژه‌ای دارد تا بتواند عمل ایمن‌سازی در قبال خطرات مورد نظر را انجام دهد. انتخاب مناسب سنسورها و المان‌های نهایی وهمچنین تعیین صحیح عملکرد آنها از موارد مهمی است که جهت دستیابی به ایمنی و محافظت کارخانه لازم است.

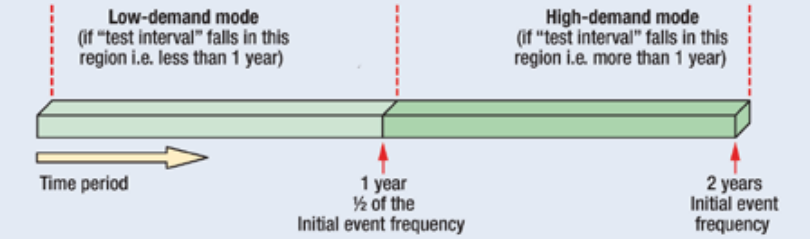
همانطور که گفته شد بطور معمول از DCS یا PLC جهت حفاظت از نوع PIF و از ESD جهت حفاظت از نوع SIF استفاده می‌شود. در برخی از مواقع سیستمهای PIF حساس رادر داخل ESD قرار می‌دهند زیرا در این مواقع با این سیستم‌ها بایستی با همان حساسیت SIF برخورد کرد.

سطح استحکام ایمنی SIL

هر مدار ایمنی شامل یکسری اجزا فیزیکی بوده و بگونه ای بایستی باشد تاضمن تامین SIF مورد نیاز، SIL لازم جهت عملکرد صحیح را نیزداشته باشد. زیر مجموعه مدارات ایمنی شامل اجزا مختلفی مانند حسگرها، تحلیل گرهای منطقی والمان‌های نهایی می‌باشند و SIF نمایانگر عملکرد ایمنی مورد نیاز این مدارات ابزاردقیق می باشد. همچنین هر سیستم SIS که جهت اجرای یک یا چند SIF بکار می رود، مجموعه‌ای از حسگرها والمان‌های نهایی می‌باشد وبایستی بتوانند SIL مورد نیاز را تامین نماید. SIL به صورت اعداد مشخص در سطوح مختلف[۱، ۲، ۳، ۴] تعریف می‌شود که در حقیقت سطح استحکام ایمنی مورد نیازی را که SIF مربوطه جهت SIS تامین می‌نماید را مشخص می‌سازد.



شکل ۷ : Safety Instrumented Function



شکل ۸ : تقاضای کم/ زیاد

جهت محاسبه SIL مربوط به هر SIF لازم است که کلیه سیستم‌های زیر مجموعه مانند حسگر، تحلیلگر منطقی والمان‌نهایی که عملکرد ایمنی مورد نیاز را انجام می‌دهند در نظر گرفته شوند، لذا تعیین و بررسی تنها یک زیر مجموعه مانند تحلیل گر منطقی مدار ایمنی جهت محاسبه SIL کافی نیست.

هر SIL جهت عملکرد در دوحالت مختلف پیوسته واحتیاج مشخص می گردد. [جدول شماره ۱]؛ حالت احتیاج در واقع حالت تقاضای کم، تنها در حالتی که شرایط عملیات غیر عادی باشد و برحسب معدل احتمال نقص فنی مورد نیاز در زمان احتیاج(PFD_{avg}) تعریف می گردد.

حالت پیوسته در واقع حالت تقاضای زیاد بوده وبرحسب فرکانس نقص فنی منجر به خطر در انجام SIF [در واحد ساعت] تعریف می‌شود.

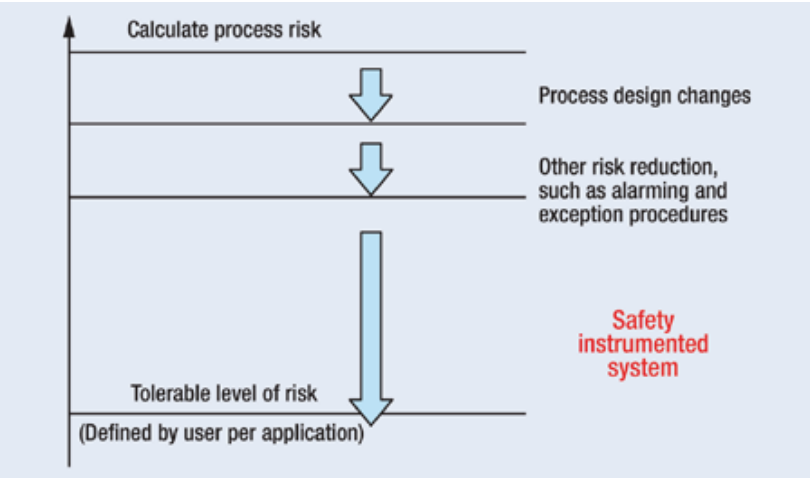
در حالت احتیاج[تقاضای کم] وضعیتی که منجر به عملکرد SIF می گردد، معمولاً از یکبار در سال تجاوز نمی کند ویا اینکه حد فاصل زمانی آزمایش آن کمتر از نصف فرکانس وقوع وضعیت منجر به عملکرد آن باشد از طرف دیگر در حالت پیوسته (تقاضای زیاد) وضعیتی که منجر به عملکرد SIF می‌شود معمولاً از یکبار در سال بیشتر بوده ویا حدفاصل زمانی آزمایش آن از نصف فرکانس وضعیتی که منجر به عملکرد SIF می باشد تجاوز نمی‌نماید.

SIL جهت حالت تقاضای کم برحسب معدل احتمال نقص فنی مورد نیاز در زمان احتیاج (PFD_{avg}) تعریف می گردد وبه عبارتی احتمال عدم و نقص پاسخ به تقاضا در حالت سرویس می‌باشد. PFD در واقع یک عددی است که نمایانگر هدف مورد نیاز از هر SIL می‌باشد که باروشهای جایگزین ومشابه طراحی وسایر راه حل‌ها قیاس می گردد. هرسطحی از SIL دارای محدوده خاصی از فاکتور تقلیل وکاهش ریسک RRF[Risk Residual Factor] می باشد . میزان RRF ویا درصد آمادگی را می‌توان از عدد PFD_{avg} به‌طریق زیر بدست آورد:

$RRF=1/PFD_{avg}$

$RRF=1-PFD_{avg}$

هرچقدر میزان SIL بالاتر باشد استحکام ایمنی بالاتر خواهد بود و در حقیقت احتمال بروز نقص فنی جهت انجام ماموریت محوله آن کمتر می‌باشد. با بالارفتن سطح SIL عموماً هزینه‌های مربوط به نصب وتعمیرات وهمچنین میزان پیچیدگی آن بیشتر می‌شود. معمولاً سیستم‌های اتوماسیون صنایع در حالت احتیاج (تقاضای کم) تا حد SIL3 عمل می‌نمایند. درحالی که SIF به میزان بالاتری از SIL احتیاج داشته باشد بایستی سعی نمود تا با تمهیدات دیگری از جمله تغییر در طراحی یا روش‌های غیرابزاردقیقی ایمنی سطح SIL مورد نیاز را تاحد SIL3 کاهش داد.



شکل ۹ : SIL بالاتر، ایمنی بیشتر

یادداشت تحریریه

مبحث ارائه شده، را می‌توانیم آغازی بر مطالعات ایمنی بدانیم. به دلیل کم بودن منابع قابل استفاده به زبان فارسی در رابطه با مبحث ارائه شده، و همچنین اهمیت این موضوع در طراحی، ساخت و نصب تجهیزات فرایندی و برق قصد داریم به صورت منظم به ارائه مطالبی پیرامون ایمنی شامل HAZOP, HAZID و مطالعات SIL و موضوعات مرتبط با آن بپردازیم. همچنین مبحث تجهیزات ضد انفجار نیز که ارتباط نزدیکی با مبحث ایمنی دارد نیز در حال ارائه می‌باشد. باید توجه کرد که مطالعات ایمنی با موضوع HSE متفاوت می‌باشد. HSE به ارائه مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها ایمنی و سلامتی و همچنین نظارت بر آنها می‌پردازد. اما مطالعات ایمنی از مقدمات طراحی محسوب می‌شود. این مطالعات اگرچه زیرمجموعه فرایند- ایمنی محسوب می گردند اما هم مطالعه و هم نتایج آن به صورت مشخص بخش کنترل و ابزاردقیق و همچنین پایپینگ را تحت تاثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر سایر بخش‌های یک پروژه نیز به نوعی از این مطالعات تاثیر می‌پذیرند. موضوع مهم قابل توجه در این مبحث، تکیه آن بر مطالعات و تجارب می‌باشد. در پروژه‌های کوچک غالباً از این مطالعات چشم‌پوشی می‌شود و بخش ایمنی با تکیه بر تجارب و بررسی پروژه‌های مشابه اقدام به طراحی می‌نماید زیراکه در این پروژه‌ها هزینه مطالعات از تبعات مالی عدم مطالعه بیشتر می‌باشد و از سوی دیگر به دلیل کوچکی پروژه به راحتی می‌توان تمهیدات ایمنی را در طراحی لحاظ نمود. اما در پروژه‌های بزرگ و خیلی بزرگ از یک‌سو در نظرگرفتن الزامات ایمنی بدون مطالعه مناسب امکان‌پذیر نمی‌باشد و از سوی دیگر مجموعه هزینه‌های ناشی از درنظرگرفتن یک سطح بالاتر SIL بسیار بالا می‌باشد ضمن آنکه لحاظ کردن یک سطح پائین‌تر از SIL نیز به شدت ایمنی تاسیسات را تهدید می کند. در پروژه‌های بزرگ حوادث ناشی از عدم رعایت نکات ایمنی، غالباً هزینه‌های سنگین مالی و جانی در بر دارد. آخرین موضوع قابل توجه در این بخش، ارتباط نزدیک این مطالعات به طراحی، ساخت و استفاده از تجهیزات ضدانفجار می‌باشد. به صورت معمول برای تعیین نوع تجهیز بر اساس استانداردهای API, NEC, BS, IEC و مقررات ATEX لازم است SIL برای کارخانه یا مجتمع فرایندی تعیین شده باشد. تعیین SIL قبل از طراحی تجهیزات ضدانفجار، در هزینه‌های پروژه و ایمنی تاثیر مستقیم دارد.

منبع

1. Hydrocrbon processing magazine