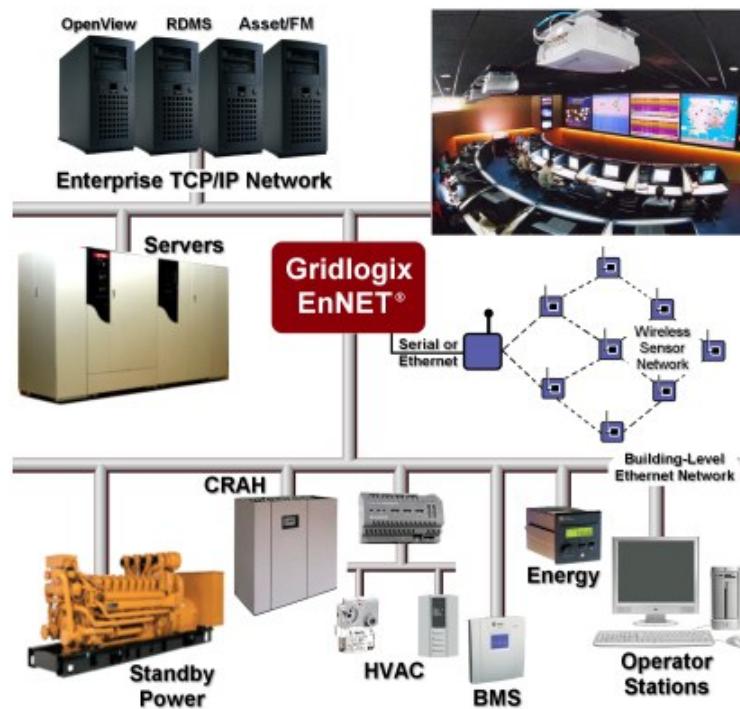


راهنمای فنی

سیستم های کنترل در اتوماسیون ساختمانی



سیستم های کنترل در BMS

مقدمه:

تفاوتی نمی کند که شما مشاور، پیمانکار یا کارفرمای ساختمان باشید و در نظر دارید که سیستم قدیمی خود را با یک سیستم جدید کنترل DDC ارتقا دهید یا جایگزین کنید، در هر حال ضروری است که مشخصات فنی مورد نظر و خواسته های خود از سیستم DDC را تهیه نمایید و مشخص کنید که انتظار شما از سیستم چیست و این خواسته ها به چه صورت باید اجرا شوند.

متأسفانه در زمینه سیستم های کنترل کامپیوتری (*Computer based Control System*) استانداردهای کمی موجود می باشند. یکی از مشکلات استفاده از سیستم های کنترل کامپیوتری، عدم وجود استاندارد های مشخص برای قطعات و تجهیزات بکار رفته در این صنعت می باشد. درک این مساله که چرا سازندگان تجهیزات کنترل، نرم افزار و سخت افزار مربوط به سیستم خود را سازگار (*Compatible*) با دیگر سازندگان نمی سازند حایز اهمیت است. این روش به عنوان افزایش سود به منظور افزایش توان تفاوت محصول (*Product Differentiation*) شناخته می شود و موجب کاهش رقابت و افزایش سود به منظور افزایش قیمت های واحد طراحی و توسعه سیستم می شود.

هر چند گروه های صنعتی کمیته هایی برای توسعه استاندارد در طراحی سیستم های کنترل مبتنی بر کامپیوتر ایجاد کرده اند اما تا کنون تنها به قسمت کوچکی از اهداف خود رسیده اند و موفقیت آنها چشمگیر نبوده است. متخصصین سیستم های HVAC باید نهایت دقت خود را در انتخاب سیستم به منظور جلوگیری از مشکلات در رابطه با اطمینان عملکردی سیستم، نرم افزار، حمایت سازنده و درک کارفرما از قابلیت سیستم بنمایند. با استفاده از راهنمایی های ارائه شده در این قسمت، به عنوان یک معیار تصمیم گیری، شما می توانید از بسیاری ریسک ها در رابطه با کاربردهای سیستم کنترل کامپیوتری بپرهیزید.

در مورد پروسه بدست آوردن مشخصات فنی سیستم های کنترل کامپیوتری مراحل اولیه کار عبارتند از:

- ↔ برآورد و انتخاب معماری سیستم
- ↔ برآورد و انتخاب سازندگان تجهیزات کنترل
- ↔ تهیه و تنظیم اسناد مشخصات فنی (*Specification Documents*)

معماری سیستم و برآورد تجهیزات (System Architecture and Product Evaluation)

در هنگام انتخاب یک محصول اتوماسیون برای کاربرد در سیستم HVAC مهندس انتخاب کننده سیستم باید اطلاعات بسیاری را جمع آوری کند تا مطمئن شود که سیستم انتخاب شده قابلیت های مورد نظر برای برآورده کردن نیازهای کاربرد کنترلی را دارا است. هر چند متاسفانه در بسیاری شرایط یک انتخاب نامناسب موجب عدم هماهنگی بین تجهیزات کنترلی به کاربرد مورد نظر می شود. این مساله در تمام مراحل طراحی ساختمان ممکن است اتفاق بیافتد.

مشاورین طراح تاسیسات ساختمان، پیمانکاران تاسیسات، پیمانکاران تجهیزات کنترل و کارفرما همگی از هدر رفتن سرمایه به دلیل عدم کاربرد صحیح سیستم های کنترلی متاثر می شوند. به همین منظور در این بخش به نحوه برآورد کاربرد های کنترل و راه های پیشگیرانه برای جلوگیری از خطا در انتخاب سیستم و بدست آوردن مشخصات مورد نظر می پردازیم.

توزیع هوشمندی در سیستم (Distribution of System Intelligence)

یکی از مهمترین ملاحظات در طراحی سیستم های کنترل مستقیم دیجیتال، جایگاه هوش در این گونه سیستم ها می باشد. چگونگی توزیع کنترلرهای میکروپروسسوری در معماری سیستم کنترل کامپیوتری در کارآیی کلی سیستم پس از نصب بسیار تاثیر گذار است.

سیستم های کنترل توزیع شده (*Distributed Control System*) دارای مزیت کاهش ریسک از کار افتادن کل سیستم با از کار افتادن هر یک از تجهیزات سیستم می باشد. برای نمونه از کار افتادن یک سیستم کنترل مستقیم دیجیتال ۱۶ نقطه ای تاثیر بسیار کمتری بر روی عملکرد کلی سیستم HVAC دارد تا یک کنترلر مستقیم دیجیتال ۶۴ نقطه ای. بنابراین در نظر گرفتن چگالی گروههای نقاط برای میکروپروسورها در معماری سیستم کنترل حایز اهمیت می باشد. در حالت کلی هر چه تعداد نقاط برای کنترل بیشتر باشد، سیستم کنترل بیشتر توزیع شده است.

همه پانل های کنترل سیستم دیجیتال دارای هوش نیستند، پانل های گردآوری داده (*Data Gathering Panels*) و یا پانل های اخذ داده (*DGP Panels*)، *DAP* (Data Acquisition Panels) ها بسته های ساده ای هستند که حسگرها و عملگرها را به تجهیزات کنترلی ارتباط می دهند. در حقیقت کار این تجهیزات تسهیل برقراری ارتباط میان کنترل کننده مرکزی و تجهیزات کنترل شونده در لایه فیلد می باشد. هوش لازم برای تفسیر اطلاعات ورودی و خروجی در پانل کنترلی مرکزی قرار دارد. این مساله حایز اهمیت است که چند پانل گردآوری داده *DGP* به یک میکروپروسور متصل شده اند در واقع تعداد این نقاط، نقاطی است که در صورت از کار افتادن میکروپروسور از بین می روند.

مساله مهم دیگر در رابطه با توزیع میکروپروسورها در معماری سیستم، محل قرار گرفتن برنامه هایی است که عملکرد هر کدام از پانل های هوشمند را کنترل می کنند. کنترل کننده های مستقیم دیجیتال استاندارد، دارای چیپ های حافظه هستند که حامل برنامه های کاربردی می باشند که برای کنترلر مستقیم دیجیتال چگونگی اجرای روال های کنترلی خاص را تعیین می کنند. مزیت وجود روال های برنامه در سطح محلی توانایی نصب کردن روال های کنترلی خاص HVAC برای سیستم کنترل شونده خاص می باشند.

با برنامه ریزی توزیع شده، بسیاری از سیستم ها می توانند به صورت مستقل کنترل شوند و در عین حال توسط شبکه محلی به یکدیگر متصل شده باشند و در نهایت از طریق کامپیوتر مرکزی مانیتور شوند. برنامه نویسی توزیع شده همچنین زمان لازم برای اجرای برنامه ها را برای کامپیوتر کنترل مرکزی کاهش می دهد زیرا دستور العمل های برنامه های کنترل از کامپیوتر مرکزی دانلود نمی شوند، بلکه به صورت مستقیم از کنترل کننده DDC به تجهیزات تحت کنترل فرستاده می شوند. این مساله حجم ترافیک را در شبکه محلی کاهش می دهد، همین طور باعث افزایش زمان پاسخ کنترلر به تغییرات در متغیر کنترلی می شود.

پیکر بندی نقاط سیستم (System Point Configuration)

پیکربندی نقاط تک تک پانل های کنترل مستقیم دیجیتال نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. دقت لازم برای انتخاب نوع و کیفیت نقاط برای هر کدام از سیستم های HVAC، همینطور نحوه پخش این نقاط در معماری سیستم کنترل دیجیتال باید بکار گرفته شود.

در طراحی مناسب باید برای هر کدام از انواع ورودی خروجی (۴ نوع: ورودی آنالوگ/ خروجی آنالوگ/ ورودی دیجیتال/ خروجی دیجیتال)، مینیمم نقاط رزرو در نظر گرفته شود تا مهندسین ساختمان در آینده، توانایی افزودن نقاط اضافی به سیستم، بدون افزودن سخت افزار اضافه را دارا باشند.

رابط اپراتور (Man-Machine)

بعضی از پانل های هوشمند لایه فیلد، قابلیت نمایش اطلاعات برای خواندن توسط اپراتور در سطح محلی را دارا می باشند. اطلاعات مربوط به عملکرد کل سیستم را می توان با دسترسی به هر کدام از پانل های هوشمند لایه فیلد توسط یک صفحه کلید و نمایشگر بدست آورد. ارتباط توسط پانل های هوشمند می تواند توسط رابط های دستی قابل جابجایی انجام شود معمولا ارتباط این گونه رابط ها توسط پورت سریال RS232 می باشد.

سازندگان مورد قبول (Acceptable Manufacturers)

هنگامی که معماری سیستم کنترل تعیین شد و بررسی اولیه سازندگان برای انتخاب بهترین سیستم کنترلی که مناسب کاربردهای HVAC مورد نظر باشد، انجام گرفت، قدم بعدی تهیه لیستی از سازندگان مورد قبول که اجازه شرکت در مناقصه را دارا هستند، می باشد. واضح است که بسیاری از شرکت های کنترل می خواهند در مناقصه پروژه شرکت کنند و هر کدام تصور می کنند که سیستم پیشنهادی خود قابلیت برآورده کردن استانداردهای مورد نظر را دارا است.

متأسفانه همیشه به این صورت نیست و بسیاری از ساختارها و سیستم ها خواسته مورد نظر را تامین نمی کنند. ملاحظات مهم برای تصمیم گیری در مورد انتخاب شرکت های دارای صلاحیت عبارتند از:

- ⇐ تعداد پروژه های مشابه از نظر هدف و نوع معماری سیستم HVAC مورد نظر که توسط سازنده مورد نظر نصب و راه اندازی شده است.
- ⇐ تعداد سال هایی که سازنده در این زمینه فعالیت کرده و تجهیزات مشابهی را که اکنون پیشنهاد کرده است، تولید می کند.
- ⇐ شبکه خدمات پس از فروش و پشتیبانی در سطح کارخانه و در سطح محلی، در دسترس بودن پیمانکار نصب کننده بعد از نصب سیستم
- ⇐ موجود بودن و محل قطعات جایگزین برای سیستم نصب شده
- ⇐ تجربه و اعتبار پیمانکار نصب کننده تجهیزات کنترلی

قابل اعتمادترین منبع اطلاعات در مورد کیفیت و کارایی یک علامت تجاری *Brand* در محصولات کنترلی از طریق استفاده کنندگان کنونی آن سازنده بدست می آید. هر چند عدم رضایت یک کارفرما همیشه دلیل بر اشکال سازنده سیستم کنترل نیست، ولی نشانه سطح مورد قبول آن محصول در جامعه و بیانگر سطح اطمینان سازنده از محصول خود در زمینه نصب و اجرای صحیح آن است.

یک راه حل مناسب در این زمینه چک کردن نمونه کارهای سازنده از طریق تماس با استفاده کنندگان محصولات سازنده که تشابه عملکردی با سیستم مورد نظر دارند، است.

بیشتر سازندگان علاقمند به تهیه لیست مرجعی از پروژه های کنونی خود و ارایه نقاط مثبت این پروژه ها برای تشویق مشتریان خود به تصمیم گیری در مورد خرید سیستم خود هستند. از آنجایی که سازندگان می خواهند بهترین قدم خود را جلو بگذارند، لیست مرجع تنها شامل پروژه هایی است که موفقیت برای سازنده محسوب می شوند. بنابراین منطقی به نظر می رسد که با پیمانکاران محلی تاسیسات تماس گرفته شود و در مورد تجربه آنها در مورد یک علامت تجاری خاص در سیستم های کنترل مشورت کنیم، همینطور با پیمانکار کنترلی که سیستم را

نصب کرده است. پیمانکاران تاسیسات تماس بسیار بیشتری با پیمانکاران سیستم های کنترل دارند و می توانند اطلاعات مناسب تری در مورد سازنده مورد نظر بدهند، اطلاعاتی که از لیست مرجع پروژه ها بدست نمی آید. بازدید از سیستم ها و تجهیزات نصب شده کنونی برای هر کدام از شرکت کنندگان در مناقصه نیز پیشنهاد می شود. عدم موفقیت در پروژه ها و تجربه های قبلی در نصب سیستم مشابه، می تواند دلیل خوبی برای مشاور برای رد کردن پیشنهادهای قیمت پایین باشد.

مشخصات (Specification)

برای کسب اطمینان از اجرای حداقل استانداردهای تعیین شده توسط سیستم کنترلی نصب شده، باید مشخصات فنی سفت و سختی تهیه شود، به طوری که شامل تمام نیازهای سیستم با جزئیات کامل باشد. برای سیستم کنترل دیجیتال دو نوع مشخصات اولیه نوشته می شود: مشخصات اختصاصی و مشخصات عملکردی.

Functional Spec and Proprietary Spec

مشخصات اختصاصی برای محصول خاصی تعیین می شود. معمولاً این مشخصات پس از بررسی دقیق تمام محصولات موجود در بازار و انتخاب مناسب ترین آنها تهیه می شود و به طور دقیق جلوه ها و قابلیت های سیستم کنترلی انتخاب شده را شرح می دهد.

همچنین در این مشخصات استاندارد هایی که به وسیله آن دیگر محصولات با آن بتوانند مقایسه شوند نیز آورده می شود. مزیت تهیه مشخصات اختصاصی، اطمینان کارفرما از برآورده شدن کامل نیازها و خواسته هایش می باشد. عیب تهیه این نوع مشخصات این است که زمانی که تولید کننده محصولات کنترلی از انتخاب خود برای پروژه مطمئن شد، ممکن است قیمت ناعادلانه ای را برای سیستم ارائه کند.

مشخصات عملکردی یا مشخصات کارایی، جلوه های دقیق سیستم، سطوح کارایی و استانداردهای مینیمم سیستم کنترلی را با جزئیات بیان می کند ولی شامل هیچ مرجعی درباره محصول با علامت تجاری خاص نمی باشد. مشخصات عملکردی می تواند به عنوان ابزاری مناسب برای حذف شرکت کنندگان نامناسب در مناقصه باشد. مشخصات عملکردی معمولاً در پروژه های عمومی که اجازه استفاده از مشخصات اختصاصی نیست به کار برده می شود. از مزایای مشخصات عملکردی تشویق به مناقصه عمومی است.

عیب مشخصات عملکردی این است که اگر به دقت نوشته نشود، یک پیمانکار نامناسب می تواند از توضیحات کلی و مبهم سود برده و سیستمی ارائه کند که نیازهای کارفرما را برآورده نمی کند و یا حتی در حالت بدتر بستری فراهم کند که نیاز به تغییرات پروژه با پول بیشتری شود.

تجربه نشان داده است که موثرترین روش برای نوشتن مشخصات فنی، ترکیب نکات مثبت مشخصات اختصاصی و عملکردی برای بدست آوردن مشخصات کلی است. در نهایت مشخصات تعیین شده باید حداقل ویژگی های سیستم های کنترل، همینطور حداقل کارایی مورد انتظار از سیستم نصب شده را بیان کند.

تعمیر و نگهداری (System Maintenance)

توصیه می شود که علاوه بر ضمانت ارایه شده توسط پیمانکار نصب کننده، قیمت جداگانه ای برای نگهداری سیستم در زمانی که اصل سیستم کنترلی در حال مناقصه است نیز تهیه شود. هدف از این کار، پایین آوردن قیمت نگهداری در زمان ارایه قیمت کل سیستم است. برنامه نگهداری باید شامل تمام سخت افزارها، نرم افزارها، سیم کشی سیستم باشد و باید بر اساس برنامه دوره ای تعمیر و نگهداری با یک زمان حداقل گارانتی شده برای از کار افتادن سیستم همراه باشد.

تمام این موارد باید فراتر از استاندارد و ضمانت هایی که سازنده و پیمانکار نصب کننده فراهم می کنند، باشد که معمولا این ضمانت یک دوره یکساله پس از تحویل سیستم به کارفرما می باشد. همینطور توصیه می شود که یک ضمانت تکمیلی توسط پیمانکار نصب کننده که تمام قسمت های سیستم کنترل را به سرعت کامل پوشش می دهد تهیه شود. در این صورت کارفرما از نصب صحیح سیستم کنترل مطمئن می شود و در آینده نگرانی بابت هزینه های تعمیر و خراب شدن قسمت های مختلف نخواهد داشت.

تمدید دو ساله ضمانت اولیه یک ساله نیز در پروژه های بزرگ توصیه می شود. با این تمدید طول دوره ضمانت به سه سال افزایش می یابد.

System Commissioning

شامل چک کردن، انجام آزمایش و بازبینی عملکرد سیستم با جزئیات کامل و در تمام سطوح عملکردی سیستم است. دستورالعمل ها و عملیات باید به طور مشروح در مشخصات پروژه با ذکر مینیمم سطوح مورد قبول آورده شوند. *Commissioning* یک سیستم کنترل DDC باید به صورت سیستماتیک و اصولی انجام شود و معمولا در گسترده ترین سطح سیستم که همان سطح حسگرها و ادوات کنترل است، آغاز می شود. نصب عملی تمام تجهیزات فیلد از جمله حسگرها، عملگرها و تجهیزات کنترلی باید چک شود. صحت سیم کشی تمام تجهیزات باید مورد بررسی قرار گیرد. همینطور انتقال صحیح سیگنال ها از طریق خطوط سیم کشی شده چک شود. قدم بعدی کالیبره کردن تمام حسگرها و چک کردن اتصال صحیح عملکردها می باشد. مقادیر حسگرها و موقعیت تمام عملگرها باید در پانل های DDC بررسی شود تا از خواندن صحیح اطلاعات توسط کامپیوتر محل فیلد مطمئن شویم. به این پروسه، تست کردن نقاط (*Point Test*) می گویند.

پس از چک کردن تمام نقاط سیستم از نظر نصب و عملکرد، قدم بعدی انجام آزمون حلقه محلی (*Local Loop Test*) می باشد. در یک آزمون حلقه محلی، حسگرها و ادوات کنترلی که حلقه های منفرد تشکیل می دهد باید آزمایش شود و پاسخ مناسبی آنها را تحت شرایط بار کامل و بار جزئی مورد بررسی قرار گیرد. برای مثال، یک حسگر نصب شده در کانال هوای تغذیه را اندازه می گیرد، مسوول مدولاسیون یک شیر دو راهه برای کوپل سرمایش است. این یک حلقه است. پس از اعمال یک بار مصنوعی به حسگر، مدولاسیون شیر مورد بازدید قرار می گیرد تا عملکرد صحیح حلقه آزمایش شود.

پس از آنکه تمام حلقه های محلی آزمایش و تایید شدند، قدم بعدی تست کردن عملیات نظارتی (*Supervisory*) سیستم است. عملکردهای زمانی ساعت و استراتژی های کنترل نظارتی باید برای تمام حالت های عملکرد سیستم بررسی شوند. برای مثال در ساعت ۷ صبح دمای مطلوب ساختمان باید ۷۲ درجه فارنهایت باشد و دمای هوای تغذیه بر روی ۵۵ درجه فارنهایت تنظیم شده است و سرعت فن تغذیه صد در صد می باشد. هر روال مبتنی بر زمان سیستم کنترل باید توسط بازنشان کردن دستی زمان برنامه سیستم *DDC* چک شود تا عملکرد صحیح تک تک سیستم ها بازبینی شود.

پروسه چک کردن نقاط، چک کردن حلقه های محلی و توابع نظارتی باید برای تمام پانلهای فیلد *DDC* در یک سیستم انجام شود. زمانیکه تمام پانلهای فیلد *DDC* از نظر عملکرد چک شده اند، چک کردن کامپیوتر کنترل مرکزی می تواند آغاز شود. یک بار دیگر چک کردن تمام حسگرها و عملگرها به منظور اطمینان از صحت داده های رسیده به کامپیوتر مرکزی لازم است. پس از تایید صحت داده های دریافتی، طرح های گرافیکی دینامیکی می توانند برای هر کدام از سیستم های شبکه محلی توسعه پیدا کنند. پس از اجرای این مرحله، بانک اطلاعاتی و توابع ثبت داده ها می توانند چک شوند. گزارش های نمونه ای از تمام نقاط سیستم باید چاپ شوند و با مقادیر داده های پانل های کنترلی لایه فیلد تطبیق داده شوند. در نهایت یک تست کامل از تمام سیستم با انجام تغییرات تصادفی در سیستم و مشاهده رفتار و پاسخ جزء جزء قسمتهای سیستم باید اجرا شود.

تعیین مشخصات برای جلوگیری از ریسک (*Specify to Avoid Hazard*)

چهار دلیل عمده برای اینکه چرا مهندسان طراح، پیمانکاران و کارفرماها با مشکلاتی در سیستمهای *DDC* روبرو می شوند وجود دارد. این دلایل عبارتند از:

- ⇐ طراحی ضعیف
- ⇐ نصب ضعیف
- ⇐ سازندگان غیر قابل قبول

↔ نرم افزار ضعیف

طراحی ضعیف

طراحی ضعیف به دلیل عدم آگاهی مهندسان مشاور از محصول و کاربرد آن اتفاق می افتد و متأسفانه بسیار مرسوم می باشد. کاربرد محصولات DDC نیازمند درک صحیح از مهندسی سیستم های کنترلی مبتنی بر میکروپروسور است.

نصب ضعیف

نصب ضعیف نتیجه عدم آگاهی پیمانکار نصب کننده سیستم می باشد. یکی از مشکلات مرسوم عبور دادن کابل سیگنال کنترل در مسیر یکسانی با کابل برق است که باعث آلوده شدن سیگنال کنترلی می شود. در نصب سیستمهای DDC برای اطمینان از صحت سیگنالهای کنترلی مبادله شده بین تجهیزات مختلف شبکه DDC باید نهایت دقت را بکار برد. بسیاری از مشکلات که در لایه فیلد سیستم DDC اتفاق می افتد، ناشی از سیم کشی ضعیف است.

سازندگان غیر قابل اطمینان

استفاده از محصولاتی که قابلیتشان اثبات نشده یا هنوز تست نشده اند ریسک بزرگی برای طراح سیستم و اپراتور ساختمان محسوب می شوند. زمانی که یک سیستم نصب گردید، جایگزین کردن سیستم همراه با قیمت های تعویض قطعات و زمان از کار افتادن دستگاهها هزینه بسیاری را بر دوش کارفرما قرار می دهد. بنابراین برآورد، پیش انتخاب و تعیین محصولات مورد قبول در طی پروسه طراحی از اهمیت بسیاری برخوردار است. تایید صلاحیت سازنده در پروسه انتخاب اولیه برای پروژه هایی در سطوح بالا بسیار توصیه می شود. در پروژه های کوچکتر DDC تعیین ۳ یا ۴ محصول و کنار گذاشتن بقیه محصولات کاملاً مورد قبول می باشد. هر چند بعضی از سازندگان ممکن است این روش را تبعیض آمیز بدانند ولی از دیدگاه کارفرما این بهترین روش محسوب می شود.

نرم افزار ضعیف

یک سیستم DDC که بصورت مناسب طراحی و نصب شده است میتواند به دلیل طراحی نرم افزار نامناسب بصورت یک سیستم بلا استفاده درآید. خطا در کد برنامه یا باگ ها، باعث ایجاد عملکرد ناپایدار در سیستم از بین

رفتن اطلاعات مهم مربوط به منحنی های ثبت مقادیر. خوابیدگی سیستم و یا حتی باعث از کار افتادن نرم افزار از کار افتادن کل سیستم شوند.

توصیه می شود که در طول دوره برآورد محصول، برآورد و آنالیزی دقیق از بسته های نرم افزاری که توسط هر سازنده ارائه می شود صورت پذیرد و همینطور از تست، اثبات عملکرد، قابلیت اطمینان در پروژه هایی در حد و اندازه و هدف های مشابه اطمینان حاصل شود. حتی زمانیکه کاربردی ترین نرم افزار بکار گرفته شد، یک ساختمان جدید نیازمند یک دوره حداقل شش ماه تا یک ساله برای رفع عیب و خطا های نرم افزار است. *(Debugging Period)* بنابراین می توان تصور کرد که چه مقدار زمان و نیرو برای حل مشکلات کنترلی یک نرم افزار نامناسب لازم است.