

ENDÜSTRİYEL OTOMASYON PROJELENDİRME VE MONTAJ ESASLARI

Arif SÖYLEM

arif.soylem@atase.com.tr

Atase Mühendislik Ltd. Şti.

Hürriyet Bulvarı No:3/1 D:402 35210 Çankaya, İzmir

Tel: 0090-232-441 04 05

ÖZET

Endüstriyel otomasyon sistemlerinin projelendirilmesi ve montajı aşamalarının belirli bir disiplin ve uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmesi sistemin devreye alınması ve işletmesi sürecinin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için temel bir şart teşkil eder. Bu bildiri kapsamında önerilen görüşler ve bazı uygulamalar çeşitli büyüklükte olsalar dahi otomasyon sistemleri uygulamalarında sistemleri oluşturan ölçü ve kontrol cihazlarının doğru bir şekilde ifade edilmesi için fayda sağlayacaktır. Bir ölçü cihazının sistemi oluşturan üniteler bazında bir listede yer alması, bu listenin sistemin diğer proje modüllerinin referans numaralarını kapsamaması, sistem içindeki otomasyon döngüsünü oluşturan komponentlerin tüm aktiviteleri belirli bir kayıt ve disiplin içinde ifade etmek hem projenin sağlıklı bir şekilde uygulanmasını hem de devreye alma sonrasında bilgilere erişme kolaylığını getirecektir.

1. GİRİŞ

Otomasyon Sistemlerinin projelendirilmesi ve montajı için en az seviyede aşağıdaki proje modüllerinin bir araya getirilmesi gerekmektedir.

1. Piping and Instrumentation Diagrams (PID) Borulama ve Enstrümantasyon Diyagramları.
2. Instrument List (Index) Enstrüman Listesi
3. Instrument Data Sheet Enstrüman Bilgi Sayfası
4. Instrument Technical Information and Instruction Manuals Enstrüman Teknik bilgileri ve El Kitapları
5. Instrument Modelling Enstrüman Seçimi ve Modelleme
6. Instrument Requisition and Purchase Order Forms Enstrüman İhtiyaç ve Sipariş Formları
7. Instrument Installation Details (Hook up) Enstrüman Montaj Detayı
8. Instrument Location Diagrams Enstrüman Yerleşim Diyagramları
9. System Architecture Sistem Mimarisi (Topolojik Diyagram)
10. I/O List Sinyal Giriş Çıkış Listesi

11. Control Description (scenario) Kontrol Senaryosu
12. Loop Diagrams Döngü Şemaları
13. Cable Schedule and Terminal Wiring Diagram Kablo Listesi ve Terminal Diyagramları
14. Control Panel Wiring Diagram Kontrol Panosu Projeleri
15. Instrument Calibration and Setting List Enstrüman Kalibrasyon ve Ayar değerleri listesi
16. Instrument Calibration and Configuration Data Sheet Enstrüman Kalibrasyon ve Konfigürasyon Bilgi Sayfası
17. Communication of the Systems Sistemlerin Haberleşme Dökümanları
18. Instrument Installation Status Card Enstrümantasyon Montajı Takip Kartı

1. PROJE MODÜLLERİ

1. Piping and Instrumentation Diagrams (PID) Borulama ve Enstrümantasyon Diyagramları.

Bu diyagramlar kimi zaman proses akış diyagramı adı ile de anılır ancak doğru tanımlama PID'dir. Uluslararası platformda en çok kabul gören PID hazırlama standardı

ISA (Instrument Society of America) tarafından yayınlanmış standartlardır.

P8JD, tanımlanan proses üzerindeki tüm ekipmanlar ile birlikte mekanik borulama ve ölçü kontrol cihazlarının birlikte gösterildiği projelerdir.

Kullanılan çeşitli semboller ve ölçü kontrol cihazlarının etiketler ve harfler ile ifadesi, sistemi oluşturan tüm elemanları gösterebildiği gibi buna ek olarak kontrol mantığı ve sinyalizasyon ilişkilerini de şematik olarak açıklar. Bir sistemin yapısı ve ölçü kontrol sisteminin iyi bir şekilde anlatımı için PaID'lerin mutlaka ISA standartlarına uygun bir şekilde hazırlanmış olması gerekir. Kulaktan duyma ve standartlara göre iyi ifade edilmemiş bir P8JD, yorumlayan kişiyi çok değişik işlere ve ölçü cihazlarına sürükleyebilir.

2. Instrument List (Index) Enstrüman Listesi

Ölçü kontrol cihazlarının saha ve pano cihazları dahil olmak üzere tümünün sistemi oluşturan üniteler bazında listelenmesidir. Enstrüman listelerinin birinci kolonunda enstrümanın PID üzerindeki etiketi bulunur. Bir enstrüman listesinin diğer kolonları projeyi takip eden mühendislik pratiğine göre geliştirilebilir. Bunlar. PIO no, enstrümanın tanımı, bulunduğu servis, model numarası, imalatçı firma vs. olabilir.

Bazen hazırlanan çok detaylı bir çizelge ile kolonlardaki açıklamalar enstrümanın teknik bilgi sayfalarının numaraları, sipariş numaraları, üreticinin teslim tarihi, enstrümanın montaj detay proje numarası, enstrümanın bulunduğu boru izometrik proje numarası gibi tüm detaylar verilebilir. Enstrüman listesi, tüm cihazların üzerinde fikir sahibi olmak ve bir fihris gibi bizi detaylara ulaştırabilecek listelerdir ve bir sistemin içinde dolaşım açısından çok önemlidir.

3. Instrument Data Sheet Enstrüman Bilgi Sayfası

Bir ölçü kontrol cihazının bilgi sayfası o cihazın bulunduğu prosesin ve kendisinin

sorgulanarak ifade edildiği tam anlamı ile bir kimlik belgesidir.

Kimliksiz ölçü kontrol cihazı olamayacağı gibi, cihazın bulunduğu prosesin ölçülen parametresinin bu cihaz için sorgulanması temel şartlardan birisidir. Bunun yanında enstrümanın fiziksel özellikleri ve tüm aksesuarların tanımı da bilgi sayfasında bulundurulur.

Bilgi sayfalarının projenin ilk adımlarında hazırlanması bu cihazın doğru bir şekilde sipariş edilmesi için de gereklidir. Yanlış sipariş edilen enstrüman en pahalı olandır.

4. Instrument Technical Information and Instruction Manuals Enstrüman Teknik Bilgileri ve El Kitapları

Ölçü kontrol cihazlarının seçimi sistemler üzerindeki uygulanabilirliği, teknik özellikleri, elektrik bağlantı detayları, montaj detayları, kalibrasyon ve devreye alma prosedürleri, arıza arama teknikleri, imalatçı firmalar tarafından hazırlanan teknik bilgi sayfalarında ve el kitaplarında bulunur. Bu kitapları okuma alışkanlığı edinmek ve cihazlar birbirine benzese de farklı üreticilerin detaylarını incelemek gerekmektedir. Enstrüman bilgi sayfası oluştururken, montaj detayı hazırlarken, pano elektrik bağlantı diyagramlarını hazırlarken, kalibrasyon sırasında bu kitaplar temel referans teşkil ederler. İyi bir kütüphane oluşturmak enstrümantasyon için çok gereklidir ve iyi mühendislik pratikleri içinde yer alır.

Ölçü kontrol cihazlarının, üretici firma alfabetik sıra ile tasnif edilmesi herhangi bir zaman süreci içinde ilgili cihazın detaylarına erişebilmek açısından faydalı olmaktadır.

5. Instrument Modelling Enstrümanın Seçimi ve Modelleme

Ölçü kontrol cihazlarının seçimi kritik bir süreç olup proses kontrol konusunda gelişmiş tecrübe ve kültür birikimi gerektirmektedir. Genel olarak üretici firmalar ürettikleri cihazların model seçimi ile ilgili belirli bir disiplin içinde modeli oluşturan hart ve sayı sistemleri kullanırlar.

Seçilen cihazın tipine göre temel bir model isminin yanında çeşitli uzantılar ile çalışma gerilimi, giriş sinyali tipi, çıkış sinyali tipi, elektrik kablo bağlantısı ölçüsü, proses bağlantısı ölçüsü, proses ile temas halinde olan aksam, ölçü aralığı, montaj aksesuarları gibi özellikler model numarasının içinde ifade edilirler. Bir model numarasını yorumlamak için üretici firmanın katalogundaki modelleme bölümü mutlaka incelenmelidir, Doğru sipariş için modelleme çok dikkatli yapılmalıdır ve enstrüman bilgi sayfasına işlenmelidir.

6. Instrument Requisition and Purchase Order Forms Enstrüman İhtiyaç ve Sipariş Formları

Her sipariş gibi ölçü kontrol cihazlarının da belirli bir format ile ihtiyaç durumunun belirtilmesi, bu ihtiyaç formuna mutlaka temel enstrüman bilgi sayfasının eklenmesi, teklifler alındıktan sonra bu bilgi sayfasına göre değerlendirme yapılması ve sipariş formuna geçilmesi gerekmektedir. Satın alınacak Enstrüman standart ve daha önce sürekli alınan bir tip olsa bile aynı yöntem ile satın alma prosedürlerinin takip edilmesi çok faydalı olacaktır. Ölçü kontrol cihazı teslim alındıktan sonra kabul testleri sırasında yine enstrüman bilgi sayfasına göre kontrol edilmesi olabilecek problemleri önceden gidermektedir. Farklı bir model numarası uzantısı, eksik bir etiket, küçük bir hasar tespiti, malzeme uyumluluğu gibi detaylar bir sistem içindeki bazen yüzlerce enstrüman için devreye almada gecikme ve üretim kaybı demektir.

7. Instrument Installation Details (Hook up) Enstrüman Montaj Detayı

Ölçü kontrol cihazları uygulandıkları prosesler üzerindeki inşai ve mekanik yapılar üzerine monte edilirler. Bazı enstrümanlar borular, tanklar üzerine bazıları ise beton haznelere ve havuzlar üzerine monte edilebilirler. Bazen de bir ekipmanın parçası olarak ekipman üzerinde veya ekipmandan ayrı bir şekilde sahada monte edilmek üzere organize edilirler. Her bir ölçü kontrol cihazının uygulama pratiğine göre bir montaj detayına ihtiyacı vardır. Bu detaylar bir inşaat detayının üzerinde veya bir mekanik borulama izometrisinin üst detayı olarak montaj yapacak

kişilere açıklanmalıdır. Enstrümanların proses borulamasına veya inşai yapılarına veya ekipmanlar üzerine mekanik olarak nasıl bağlanacağı “Enstrüman Montaj Detayları ile ifade edilir. Enstrüman montajı için gerekli olabilecek her türlü saport, fittings, boru (tubing) ve özel vanalar gibi malzemeler, bu detaylar üzerinde adetleri ve tipleri ile listelenirler ve bir izometrik şekilde çizilerek montajı yapacak kişilere yol gösterirler.

Bazı ölçme ve kontrol elemanları (manyetik akışmetreler, kontrol vanaları vb gibi) boru devamı veya tank aksesuarı olarak boru montörleri veya mekanik montörler tarafından boru izometriklerine veya tank imalat detaylarına göre monte edilirler ancak Enstrüman Mekanik Montaj uzmanları bu enstrümanların doğru bir şekilde doğru yere monte edilmesinden hala sorumludurlar.

Enstrüman montaj detayları doğru ölçüm yapma adına içinde bulundurduğu tüm montaj malzemeleri tanımları ile birlikte kaçınılmaz bir proje modülüdür.

8. Instrument Location Diagrams

Enstrüman Yerleşim Diyagramları

Entegre bir tesiste sistemlerin içinde yer alan enstrümanların fiziksel yerlerini tanımlayan projelerdir. Alt yapısında borulama ve ekipman yerleşim projeleri ve kesitleri bulunur.

Enstrümanlar bu yapı üzerine P8JD sembolleri ile süperpoze edilirler. Büyük ve karmaşık sistemler içinde enstrümanların yerini bulma açısından montöre büyük kolaylık sağlarlar.

9. System Architecture Sistem Mimarisi (Topolojik Diyagram)

Kontrol sisteminin saha elemanı ilişkisinden ara birim elektronik pano modüllerine, haberleşme sistemi ile merkezi kontrol odası bilgisayar mimarisine kadar tüm sistemi ifade eden blok diyagramlardır. Bu diyagramlar üzerinde sistem ile ilgili her türlü makro yorum yapılabilir ve özellikle sistemler arasındaki haberleşme yapısı

detaylı bir şekilde gösterilir. Genel sistem mimarisi üzerinde verilebilecek bazı ek bilgiler ile kontrol sistemi üst yapısındaki yazılım ve donanım bilgileri, dağıtılmış sinyal modüllerinin pano bilgileri, haberleşme donanımı ile ilgili her türlü aksesuar ve kablolama detayları ile kullanıcıya açık bir fikir verir.

10. I/O List Sinyal Giriş Çıkış Listesi

Kontrol sisteminin sinyal modüllerini organize etmek ve kontrol sistemi alt yapısındaki PIC, DCS programları için enformasyon oluşturma amacı ile sinyal tiplerine göre (analog-dijital) tüm noktaların tanımlandığı bir çizelge şeklinde listedir. Bu listenin tasarımı sırasında oluşturulabilecek detay kolonlarda, projenin nasıl bir PLC alt yapısı ile yapıldığına da bağlı olarak, programlama için data point adresi, data point tanımlaması, fiziksel olarak bu noktanın bulunduğu sinyal modülünün slot ve kanal numarası, analog bilgiler üzerindeki alarm ve kilitleme set değerleri bilgileri verilebilir.

Bir sistemin oluşturulması sırasında temel ve basit bir I/O listesi üzerinde anlaşma sağlamak mühendislik yapan birim ile sistemi oluşturan birim arasındaki gelecek problemleri ortadan kaldırır. Projenin detayları ve çözümü sırasında bu listeyi geliştirmek her zaman mümkün olacaktır.

11. Control Description (scenario) Kontrol Senaryosu

Bir kontrol sistemindeki her birimin yer aldığı modüler kumanda ve kontrol elemanlarının bir senaryo anlatımı ile somutlaştırılması bir programcının baş ödevi olmalıdır.

Program yapan sistem mühendisleri şüphesiz kapasiteli ve akıllı kişilerdir ancak sonuçta sistemin gerekliliklerini temel anlamda ortaya koyan otoriteler farklı kişilerdir. Bazı sistemler çok standart olup kumanda, kilitleme ve kontrol modülü çok bilinir, bununla birlikte sistem bütünlüğü içindeki takım çalışması sırasında proses kontrol sisteminin her bir ölçme ve her bir kumanda noktasının birbirine göre tanımlanması ve ilişkisi belirli bir senaryo formatında ifade edilmelidir ve

programlama öncesinde imza altına alınmalıdır.

Genel olarak senaryo formatında, kontrol sistemine gelen tüm analog ve dijital noktalar tanımlanır ve fiziksel çıkış noktalarının yanı sıra yazılım içinde tanımlanan dahili etken noktaların tümü açıklanır. Daha sonra bu noktaların ilişkisinin fiziki çıkışları nasıl aktive edeceği senaryo içinde açıkça anlatılır. Böyle bir senaryo ile programcı çok rahat bir şekilde PLC, SCADA, DCS lojik programlarını ve kontrol algoritmalarını geliştirebilir.

Programcının yazdığı ile işletmenin beklentisi tam olarak birbirini karşılamalıdır, böyle bir anlaşmanın zemini tüm açıklığı ile yazılmış bir kontrol senaryosudur.

12. Loop Diagrams Döngü Şemaları

Kontrol sistemleri proses üzerindeki açık veya kapalı döngü prensibinde sinyal ilişkisine sahiptir. Bu sinyallerin fiziksel olarak yerlerini de belirten döngü şemalarında temel bölgeler, Saha Enstrümanları, saha bağlantı kutusu veya sinyal modülleri, merkezi kontrol odası ara birimleri, kontrol sistemi ve scada fonksiyonlarıdır. Bu bölgelerdeki sinyalizasyon ilişkisi ile bir prosesin ölçülen değişkeni fiziki kablolama ve sinyal şartlandırma alt yapısı ile merkezi kontrol cihazı veya software modülüne getirilir, merkezdeki set point değeri ve kontrol fonksiyonu ile çıkış sinyalinin durumuna karar verilerek sahadaki nihai elemana gönderilir. Kapalı bir döngünün anlatımı olan bu ifadelerin çeşitli semboller ile şematik gösterimi olan döngü şemaları kontrol devresi ile ilgili görsel ve ayrıntılı bir fikir verir.

13. Cable Schedule and Terminal Wiring Diagram Kablo Listesi ve Terminal Diyagramları

Kontrol sistemlerinin temel alt yapısında sinyalizasyon iletişimi için doğru bir kablolama alt yapısı şarttır. Sinyallerin tipine göre kablo seçimi, kabloların ortak karakterli sinyaller için çok damarlı hale

getirilmesi. Montaj uygulaması sırasında kabloların fiziksel ve elektromanyetik alanlara karşı korunarak monte edilmesi, tüm kabloların ayrıntılı bir numaralama sistemi içinde listelenmesi temel projelendirme standartlarından biridir.

Kablo listelerinde kablonun numarası, tipi, kesit, nereden nereye çekileceği, metrajı gibi detaylar bulunur. Uygulama sırasında kablo çekenler sadece bu liste ile kablo çekimini gerçekleştirebilirler.

Ayrıca kablo çekimlerinin bu liste üzerinden kontrol edilmesi iyi bir uygulama pratiği olacaktır.

Kabloların hem saha elemanı üzerinde hem de panolardaki terminallere bağlantıları için verilen detaylar, terminal diyagramları adı altında projelerde yer alır. Bu diyagramlarda saha tarafındaki enstrüman veya ekipmanın PID etiket numarası ile birlikte, ilgili terminal numaraları anılarak kablo ucunun bir tarafının tüm kablo damarları sayı ve renk kodları ile gösterilir, pano tarafında ise terminal dizisi numarası, terminal numarası yine renk kodu veya damar numaraları ile eşleştirilir.

Kabloyu bağlayanlar için terminal bağlantı diyagramı hiçbir sürpriz yaratmayacak şekilde kolaylık sağlar..

14. Control Panel Wiring Diagram Kontrol Panosu Projeleri

Otomasyon sistemlerinin elektronik donanımının bulunduğu kontrol panellerinin imalatı için hazırlanması gereken kontrol panosu projeleri aynı zamanda işletmede son kullanıcının bakım ve arıza arama için kullandığı proje setleridir. Bir kontrol panelinin:

- Pano dış görünüşü ve ölçüleri
- Pano yüzeyindeki görsel cihazların yerleşimi
- Pano içindeki komponentlerin yerleşimi
- Panonun enerji beslemesi

- Panonun devre bağlantı diyagramları
- Panonun klemens bağlantı diyagramları
- Pano içinde bulunan tüm malzemelerin tanımlandığı ve sipariş kodlarını da içeren malzeme listesi

gibi alt proje bölümleri Kontrol Panosu Proje setini oluşturur. Bir kontrol paneli projesindeki pano içinde bulunan cihazların bağlantı detayları dışında arıza arama veya sökme - takma işlemleri sırasında kablo karışıklıklarını önlemek için her bir kablo üzerinde renk kodlaması veya numaralama bulunmalı ve bu numaralar projelerde görünmelidir.

Kontrol panelleri içinde bulunan PLC veya DCS sistemlerinin giriş çıkış sinyal modülleri vidalı veya soketli bağlantıları tüm detayları ile belirli proje standartlarında diyagramlara aktarılmalıdır.

Elektrik kumanda devrelerinin üzerindeki her türlü kontak ve gerilim seviyesi ilişkisi adreslenmeli ve proje sayfalan arasında belirli bir sistemikte kolay takip edilebilir olmalıdır. Bu amaçla çeşitli elektrik projeleri hazırlama yazılımları bulunmaktadır. Bu yazılımlar adresleme hatalarını ortadan kaldırmakta ve çeşitli firmaların değişik modellerdeki şalt veya PLC malzemelerinin tüm bağlantı özellikleri yazılım içinde bulunduğu terminal numaralama problemleri ortadan kalkmaktadır.

15. Instrument Calibration and Setting List Enstrüman Kalibrasyon ve Ayar Değerleri Listesi

Proje için temin edilen ölçü kontrol cihazlarının, proses ve işletme şartlarına uygun şekilde kalibre edilmesi ve bazı alarm ve kilitleme fonksiyonları için gerekli ayar noktalarının daha proje safhasında tespit edilmesi gerekmektedir. Bir basınç anahtarının basınç yükselirken mi veya düşerken mi kontak hareketi ile belirlenen görevi yerine getireceği ve bu değerlerin ne olduğunun tanımlanması bir indeks ile proje sayfası olarak yayınlanması gerekli ve faydalıdır.

Analog bir sinyal üzerinde çok düşük LL', düşük L', yüksek H, çok yüksek HHI over range', under range' gibi temel nokta tanımları her sistemde gereklidir. Bu noktaların işletmeye yönelik tanımlanması ve Enstrüman Kalibrasyon ve Ayar değerleri listesinde yer alması SCADA programlaması, cihaz konfigürasyonu ve kalibrasyonu işlemlerini çok kolaylaştıracaktır.

16. Instrument Calibration and Configuration Data Sheet Enstrüman Kalibrasyon ve Konfigürasyon Bilgi Sayfası

Günümüzdeki çoğu saha ölçü cihazları veya pano cihazları mikroişlemciye sahip ve yardımcı bir terminal veya kendisi üzerindeki bir tuş takımı ile konfigüre edilebilen cihazlardır.

Cihazların çeşitli proseslerde çeşitli amaçlar için kullanılabilmesi için farklı seçenekler için konfigüre edilebilirler.

Spesifik konfigürasyonun bir bilgi sayfası üzerinde kayıt altına alınması, cihazın değiştirilmesi, bakımı gibi işlemler sonrasında tekrar aynı bilgileri cihaza yükleme aşamasında çok yardımcı olacak ve o proseste optimize edilmiş cihazın yine uyumlu çalışmasını sağlayacaktır.

Cihazları üreten firmalar tarafından genellikle bu tip konfigürasyon bilgi sayfaları örnekleri, bir form halinde kataloglarında fabrika değerleri ile verilmektedir. Buna benzer formların üretilmesi ve uygulanan proses için yapılan konfigürasyonun bu forma işlenmesi ile bilgi sayfası hazırlanması kolay ve projelendirme açısından yeterli bir yöntem olacaktır.

17. Communication of the Systems Sistemlerin Haberleşme Dokümanları

Proses kontrol sistemlerinde çoğu zaman tek firmanın değil, birkaç firmanın ekipmanları üzerinde birkaç çeşit kontrol sistemi veya cihazı bulunabilir. Merkezi bir SCADA veya DCS sisteminin tanınmış bir çok firmanın ürettiği alt kontrol elemanları ile (PLC'ler, kontrol cihazları) endüstride çokça kullanılan

modbus, profibus, gibi haberleşme protokollerini kullanarak haberleşmesi mümkündür.

Kullanılan protokol ne olursa olsun haberleşilecek PLC veya diğer sistemin o protokolda yazılmış bir haberleşme listesinin bulunması ve bu listedeki adresler üzerinden her iki taraflı haberleşme yapılması gerekmektedir. Birbirini tanımayan adresler haberleşme protokolü belirlenmiş olmasına rağmen problem teşkil eder. Projelendirme sırasında belirlenen bir protokol için haberleşilecek tüm değişken ve parametrelerin protokol adresi ile listelendiği bir doküman yayınlamak haberleşme için çok gereklidir.

18. Instrument Installation Status Card Enstrümantasyon Montaj Takip Kartı

Bir projenin ölçü kontrol sisteminin montajını takip etmek birkaç aşamada, ölçü kontrol cihazlarının dışındaki başka sistemleri de sorgulamak ile mümkün olabilir. Montaj takibinin belirli bir sıralama ve her bir cihazın durumunu sorgulamak için bir montaj takip kartı kullanmak çok faydalı olacaktır. Bu kartın üzerinde: Tasarım ve projelendirme dokümanlarının incelenmesi inşaat detaylarını inceleme Mekanik detaylarda ekipman veya tank incelemesi Mekanik detaylarda borulama ve izometriklerin incelenmesi Enstrüman montaj detayları ve proses hook up incelenmesi Kalibrasyon testler sonrasında devreye almaya hazır hale getirme. Enstrüman montaj takip kartı ile yukarıdaki incelemelerin yapılması montaj sırasındaki birçok olası problemi önceden uyarı ile ortadan kaldırır.