



AUTOMAÇÃO E PROGRAMAÇÃO DE CLPS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
1- CLASSIFICAÇÃO E HISTÓRIA	8
2- DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS EM PLC (CLP)	21
3- REVISÃO DE ESQUEMAS ELÉTRICOS EM DIAGRAMAS LÓGICOS	31
4- ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS	36
5- PROJETO DE AUTOMAÇÃO EM MÁQUINAS	42
REFERÊNCIAS	

INTRODUÇÃO

Prezado aluno (a),

O curso contém material básico e introdutório sobre automação e programação de CLPS. Começaremos com uma breve introdução para entendermos sobre o tema proposto.

CLP - Controlador Lógico Programável. Você sabe o que é?



Quando o assunto é automação industrial, um dos dispositivos mais importantes para que seja possível qualquer aperfeiçoamento ou mudança no processo industrial é o CLP – Controlador Lógico Programável, também conhecido como PLC –

Programmable Logic Controller. Trata-se de um computador mais que especial, responsável por automatizar máquinas e processos industriais.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define o CLP como “um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com as aplicações industriais”.

O CLP conta com uma estrutura parecida com um computador comum: um processador ou CPU (Central Processing Unit), memória para leitura e gravação (memória RAM), memória de leitura (ROM) e portas de comunicação (COMs).

A principal diferença é que o CLP é projetado para atuar em diversos ambientes de uma indústria, suportando sujeira e poeira, altas temperatura, ruídos e vibrações. Este equipamento é bastante flexível e possibilita interface com outros dispositivos da fábrica. Isso tudo para executar os processos e programações pré-determinados para o bom funcionamento da indústria, ou seja, um equipamento que possui hardware e software ajustados para melhorar o desempenho de atividades industriais.

Entre as vantagens de usar um CLP estão:

- Redução do tempo de resposta das máquinas e equipamentos;
- Eficiência produtiva;
- Maior competitividade industrial.

Como surgiu o CLP?

O CLP surgiu no início da década de 70 como uma necessidade da indústria automobilística devido a problemas relacionados à linha de produção. Não era fácil reformular a mesma linha (com diversos painéis e comandos) para produzir diferentes modelos de veículos, além do grande custo relacionado à estas mudanças.

Então, Ricahrd Morley, em parceria com um grupo de engenheiros da Bedford Associates, construiu o primeiro CLP por encomenda da General Motors. No início, a exigência feita foi por um equipamento flexível como o computador, de fácil programação e manutenção, resistente ao ambiente industrial (poluição, vibração, temperatura), de preço competitivo com sistemas de controle a relé. Assim, os primeiros CLPs apontaram e hoje estão presentes nos diferentes tipos de indústrias.

Partes do CLP

Este equipamento é composto por três partes principais: entradas, saídas e dispositivo de programação.

Entradas do CLP: recebem os sinais analógicos e digitais do sistema. As analógicas permitem a medição de sinais como tensão e corrente, enquanto as digitais atuam em duas variáveis (ligado ou desligado; 0 ou 1; aberto ou fechado), como exemplos das chaves fim de curso, uma botoeira e etc.

Saídas do CLP: também podem ser analógicas ou digitais e atuam como receptores de ordem, ou seja, como interface onde recebem a informação do CPU e enviam para o processo que deverá ser executado.

Dispositivo de programação: composto por CPU, processador e dispositivo que faz com que o CLP atue, uma espécie de “cérebro” do equipamento. Sua função é receber as informações das entradas, executar o programa e indicar para as saídas o que deve ser realizado. Para isso, conta com processador (que executa o programa) e memória.

Assim, os CLPs são responsáveis por diversas funções, entre elas: temporizadores, contadores, relé de pulso, controle aritmético, manipulação de dados e comunicação em rede.

Controlador Lógico Programável (sigla CLP, do inglês: Programmable Logic Controller - PLC) é um computador especializado que desempenha funções de automação, controle^{PE} e, monitoramento de máquinas e de processos industriais de

diversos tipos e níveis de complexidade, através de softwares específicos desenvolvidos pelo usuário (cada controlador possui o próprio software)^{PB}.

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) o Controlador Lógico Programável é um equipamento eletrônico digital com hardware e software compatíveis com aplicações industriais. Segundo a National Electrical Manufacturers Association (NEMA), é um aparelho eletrônico digital que utiliza uma memória programável para armazenar internamente instruções e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, vários tipos de máquinas ou processos.

O controlador possui um sistema operacional de tempo real, para controle de processos de alto risco, comum em indústrias, e um hardware que deve suportar condições extremas de trocas temperatura, umidade, pressão, entre outras situações as quais um computador padrão não suportaria.

Um CLP é o controlador indicado para lidar com sistemas caracterizados por eventos discretos (SEDs), ou seja, com processos em que as variáveis assumem valores zero ou um (ou variáveis ditas digitais, ou seja, que só assumem valores dentro de um conjunto finito). Podem ainda lidar com variáveis analógicas definidas por intervalos de valores de corrente ou tensão elétrica. As entradas e/ou saídas digitais são os elementos discretos, as entradas e/ou saídas analógicas são os elementos variáveis, baseados em valores conhecidos de tensão ou corrente.

Uso

Na área de controle de processos, a aplicação se dá nas indústrias do tipo contínuo, produtoras de líquidos, materiais gasosos e outros produtos. No caso da automação industrial a aplicação ocorre nas áreas de produção em linhas de montagem, por exemplo na indústria do automóvel. Um sistema típico, toda a informação dos sensores é concentrada no controlador (CLP) que de acordo com o programa em memória define o estado dos pontos de saída conectados a atuadores.

Os CLPs têm capacidade de comunicação de dados via canais seriais. Com isto podem ser supervisionados por computadores formando sistemas de controle integrados. Softwares de supervisão controlam redes de Controladores Lógicos

Programáveis. Tem canais de comunicação nos que permitem conectar os CLP's à interface de operação (IHM), computadores, outros CLP's e até mesmo com unidades de entradas e saídas remotas. Cada fabricante estabelece um protocolo para fazer com seus equipamentos troquem informações entre si. Os protocolos mais comuns são Modbus (Modicon - Schneider Eletric), EtherCAT (Beckhoff), Profibus (Siemens), Unitelway (Telemecanique - Schneider Eletric), DeviceNet (Allen Bradley) RAPIDnet (LSis - LGis), PROFINET (Siemens e Phoenix Contact) entre muitos outros.

Redes de campo abertas como MODBUS-RTU, PROFIBUS, e mais recente PROFINET são de uso muito comum com CLPs permitindo aplicações complexas na indústria automobilística, siderúrgica, de papel e celulose, e outras.

1- CLASSIFICAÇÃO E HISTÓRIA

Geralmente as famílias de Controladores Lógicos Programáveis são definidas por: capacidade de processamento; número de pontos de Entradas e/ou Saídas (E/S); tipo de controle; tamanho, em compactos, nos quais todos os pontos de entrada e saída estão juntos em uma mesma unidade, e modulares, onde os pontos de entrada e saída podem ser conectados e desconectados para alterar a estrutura e controlar outro processo; entre outras categorias.

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP's) foram desenvolvidos na década de 60, nos Estados Unidos, com a finalidade de substituir painéis de relés que eram muito utilizados nas indústrias automobilísticas para executar controles baseados em lógicas combinacional e sequencial. Por serem eletromecânicos, os relés que eram utilizados nos dispositivos de controle apresentavam diversas desvantagens como problemas nos contatos, desgastes devido ao contato repetitivo, dificuldade na modificação da lógica de controle e necessidade de manutenções periódicas.

A GM (General Motors), montadora americana de automóveis, tinha dificuldade em atualizar seus sistemas automáticos de montagem, pois sempre que mudava um modelo de automóvel ou método de produção, os técnicos passavam horas e até mesmo semanas fazendo alterações em painéis de controle, mudando fiação e instalando mais relés, algo que trazia à empresa grande ociosidade e baixa produtividade. Diante desses e outros inconvenientes, e com a evolução dos processadores, a GM desenvolveu o primeiro projeto de CLP para automatizar de forma eficiente os processos em sua linha de montagem.

A partir deste momento, várias outras indústrias adotaram CLP's em suas linhas de produção e nos anos seguintes, com a aceleração de tecnologias eletrônicas os controladores lógicos programáveis foram cada vez mais difundidos.

A idéia inicial do CLP foi de um equipamento com seguintes características resumidas:

- 1. Facilidade de programação;
- 2. Facilidade de manutenção com conceito plugin;

- 3. Alta confiabilidade;
- 4. Dimensões menores que painéis de Relés, para redução de custo
- 5. Preço competitivo;
- 6. Expansão em módulos;
- 7. Mínimo de 4000 palavras na memória.

Podemos didaticamente dividir os CLP's historicamente de acordo com o sistema de programação por ele utilizado:

- **1ª Geração:** Os computadores de primeira geração se caracterizam pela programação intimamente ligada ao hardware do equipamento. A linguagem utilizada era o Assembly que variava de acordo com o processador utilizado no projeto do CLP, ou seja, para poder programar era necessário conhecer a eletrônica do projeto do CLP. Assim a tarefa de programação era desenvolvida por uma equipe técnica altamente qualificada, gravando-se o programa em memória EPROM, sendo realizada normalmente no laboratório junto com a construção do CLP.
- **2ª Geração:** Aparecem as primeiras “Linguagens de Programação” não tão dependentes do hardware do equipamento, possíveis pela inclusão de um “Programa Monitor “ no CLP, o qual converte (no jargão técnico, “compila”), as instruções do programa, verifica o estado das entradas, compara com as instruções do programa do usuário e altera os estados das saídas. Os Terminais de Programação (ou maletas, como eram conhecidas) eram na verdade Programadores de Memória EPROM. As memórias depois de programadas eram colocadas no CLP para que o programa do usuário fosse executado.
- **3ª Geração:** Os CLP's passam a ter uma Entrada de Programação, onde um Teclado ou Programador Portátil é conectado, podendo alterar, apagar, gravar o programa do usuário, além de realizar testes (Debug) no equipamento e no programa. A estrutura física também sofre alterações sendo a tendência para os Sistemas Modulares com Bastidores ou Ranks.
- **4ª Geração:** Com a popularização e a diminuição dos preços dos microcomputadores (normalmente clones do IBM PC), os CLP's passaram a incluir uma entrada para a comunicação serial. Com o auxílio dos

microcomputadores a tarefa de programação passou a ser realizada nestes. As vantagens eram a utilização de várias representações das linguagens, possibilidade de simulações e testes, treinamento e ajuda por parte do software de programação, possibilidade de armazenamento de vários programas no micro, etc.

- **5ª Geração:** Atualmente existe uma preocupação em padronizar protocolos de comunicação para os CLP's, de modo a proporcionar que o equipamento de um fabricante “converse” com o equipamento outro fabricante, não só CLP's, como Controladores de Processos, Sistemas Supervisórios, Redes Internas de Comunicação e etc., proporcionando uma integração a fim de facilitar a automação, gerenciamento e desenvolvimento de plantas industriais mais flexíveis e normalizadas, fruto da chamada Globalização. Existem Fundações Mundiais para o estabelecimento de normas e protocolos de comunicação. A grande dificuldade tem sido uma padronização por parte dos fabricantes.

Com o avanço da tecnologia e consolidação da aplicação dos CLPs no controle de sistemas automatizados, é frequente o desenvolvimento de novos recursos dos mesmos. Com os CLP's temos um aumento na praticidade de processos industriais, não mais necessitando de relés eletromagnéticos, com isso aumentando a velocidade e produtividade de processos industriais.

Dentre as vantagens de um Controlador Lógico Programável podemos citar:

- Redução do custo: em razão do grande número de relés e da necessidade de manutenção os CLP's tornam-se uma opção mais viável.
- Imunidade a ruídos eletromagnéticos: o CLP conta com um sistema de isolamento contra ruídos elétricos.
- Facilmente configurável: com racks modulares, é possível trocar módulos de entrada e saída de acordo com uma necessidade específica.
- Facilmente programável: as linguagens utilizadas (Ladder e Blocos de Funções, por exemplo) são de fácil aprendizagem e utilização facilitando a construção da lógica de controle. Além dessa facilidade, as linguagens permitem a realização de operações mais complexas que as feitas através de relés.

- Grande flexibilidade: em razão das linguagens utilizadas torna-se mais simples modificar a lógica do processo.
- Maior controle: por ser um equipamento microprocessado, traz ao usuário a facilidade de interação com o hardware via software, assim se torna muito prática e fácil a localização de falhas.
- Monitoramento on-line: podemos ter vários controladores conectados mantendo uma comunicação, e através dessa conexão podemos monitorar em tempo real os processos.
- Manutenção simples: muitas vezes o próprio CLP indica a existência de erros, como ausência de um sinal de entrada, por exemplo.
- Recursos para processamento em tempo real e multitarefa: o controle em tempo real permite uma exatidão muito maior na execução das tarefas.

ESPECIFICAÇÕES

Ciclo de Varredura

Durante o seu funcionamento o PLC realiza uma sequência de operações denominada de ciclo de varredura. O tempo que o CLP leva para completar um ciclo denomina-se **Tempo de Varredura** ou **Scan Time**, os fabricantes em geral fornecem o tempo de varredura para executar 1024 (1K) instruções de lógica booleana. Todas as tarefas realizadas pelo processador são executadas de forma sequencial e cíclica enquanto estiver sendo alimentado.

Inicialização

No momento em que é ligado, o CLP executa uma série de operações pré – programadas: verifica o funcionamento eletrônico da CPU, memórias e circuitos auxiliares; Verifica o estado das chaves principais (RUN / STOP /PROG) e verifica a existência de um programa de usuário.

Verificação do Estado das Entradas

O CLP lê os estados de cada uma das entradas, verifica seus respectivos acionamentos e atualiza seus estados.

Programa

O CLP armazena os resultados obtidos no decorrer do processamento e compara com as instruções definidas no programa do usuário.

Atualizar o Estado das Saídas

O CLP escreve o valor contido na memória nas saídas, atualizando as interfaces ou módulos de saída, ou seja, liga ou desliga as saídas conforme seu programa. Inicia - se então, um novo ciclo de varredura.

Leitura/escrita de valores analógicos

Os sinais analógicos são variações de níveis de um valor mínimo ao valor máximo.

Exemplo:

0 à 10V (Volts)

-10 à +10V

Nos registros podemos armazenar valores de até 16 bits de resolução, ocupando assim os 4 dígitos.

Se a resolução for de 1bit – Significa que podemos dividir o sinal analógico em dois (2) estados “0” e “1”.

Exemplo:

0V = 0 10V = 1 (porém nesse caso o sinal ainda é considerado digital).

Se a resolução de 2bit – Significa que podemos dividir o sinal analógico em quatro (4) estados “00”, “01”, “10” e “11”.

Exemplo:

0V = 00 ; 3,3V = 01 ; 6,6V = 10 ; 10V = 11.

Assim quanto mais bits de resolução, em mais partes podemos dividir a variação analógica.

Para cada CLP existem registros associados às entradas e saídas analógicas e o conteúdo desses registros são alterados instantaneamente à medida que se altera o sinal analógico.

Os valores analógicos são lidos no CLP como informações no formato 'word'. O acesso a estas palavras realiza-se, por exemplo, com os operandos:

%IW 64 = Palavra de entrada analógica 64

%QW 80 = Palavra de saída analógica 80

Cada valor analógico ("canal") ocupa uma palavra de entrada ou saída. O formato é 'Int' um número inteiro integral. O endereçamento das palavras de entrada ou saída orienta-se conforme o endereçamento na visualização do dispositivo. Quando um valor de entrada analógica estiver disponível com o valor digitalizado, geralmente ele ainda precisa ser normalizado para que os valores numéricos correspondam às variáveis físicas do processo. Da mesma forma, a saída analógica realiza-se na palavra de saída periférica somente após a normalização do valor de saída.

Componentes de um CLP

CPU

A unidade central de processamento é o cérebro do CLP, tem a função de ler os valores lógicos presentes nas entradas, executar as instruções que constituem o programa e transferir para as saídas as ordens provenientes dessas instruções. É formada por duas partes fundamentais: o(s) processador(es) e as memórias. Pode conter também outros elementos, como portas de comunicação, circuitos de diagnóstico, fontes de alimentação.

Fonte de Alimentação

Tem por função fornecer as tensões adequadas ao funcionamento do CPU (geralmente ligada aos 220 V da rede). Normalmente as fontes são projetadas para fornecer várias tensões de alimentação para os módulos. O processador normalmente necessita de uma alimentação de 5 V. Cartões de entradas e saídas digitais precisam de alimentação auxiliar para os elementos de chaveamento e conversão.

Processador

O processador possui como tarefa principal a execução do programa realizado pelo usuário, entretanto possui também outras tarefas, como o gerenciamento da comunicação e execução dos programas de auto-diagnósticos. Para poder realizar todas estas tarefas, o processador necessita de um programa escrito pelo fabricante, denominado sistema operacional. Este programa não é acessível pelo usuário e se encontra gravado na memória não volátil que faz parte da CPU. Existem atualmente CLP's que utilizam mais de um processador, conseguindo assim, dividir tarefas e com isso ganhar maior velocidade de processamento e facilidade de programação.

Memória

O sistema operacional, o programa de aplicação, as tabelas de entradas e saídas e os registros internos estão associados a diferentes tipos de memória. A capacidade de armazenamento de uma memória costuma ser quantificada em bits, bytes, ou words. O sistema operacional é gravado pelo fabricante, e como deve permanecer inalterado e o usuário não deve ter acesso, armazena-se em uma memória como as ROM, EPROM ou EEPROM, que são memórias cujo conteúdo permanece inalterável mesmo na ausência de alimentação. O programa construído pelo usuário deve permanecer estável durante o funcionamento do equipamento e também deve ser fácil de ler, escrever ou apagar. Por isso é que para seu armazenamento usam-se memórias tipo RAM ou EEPROM. No caso de serem usadas memórias tipo RAM, será necessário também o uso de baterias, já que este tipo de memória se apaga na ausência de alimentação. Como a velocidade exerce um papel importante na velocidade de operação do CLP, são utilizadas memórias tipo RAM. Em síntese, a memória é responsável pelo armazenamento de todas as informações necessárias ao funcionamento do CLP.

Módulo de Entradas e Saídas

Os CLPs antigos tratavam apenas de entradas e saídas discretas e isso acarretava em um controle parcial dos sistemas. Com o passar dos anos, e devido a necessidade de melhorar o controle dos processos acontecendo no chão de fábrica, foram implementadas ao mercado os chamados módulos de entradas e saídas analógicas e então possibilitou-se um melhor controle do que se queria

mensurar/atuar, pois entradas e saídas analógicas permitem um número infinito de valores, enquanto as discretas limitam a significância das informações que podem ser tratadas tanto na entrada quanto na saída .

No controlador lógico programável (CLP), existe um componente que é tão fundamental quanto o processador e a memória, este componente é chamado de módulo de entradas e saídas. Este módulo pode ser separado em duas partes: a parte das entradas de sinais e a parte das saídas de sinais. E cada uma dessas duas partes pode ainda ser subdividida em dois grupos: o módulo específico que trata dos dados digitais, e o módulo específico que trata das informações analógicas.

Módulo de Entradas

As entradas são os meios de comunicação do CLP com o processo a ser controlado. São as interfaces que permitem ao CLP receber informações sobre o processo, é onde entram os sinais de um termostato, chaves fim-de-curso, botoeiras, medidores de pressão, vazão, e todos os tipos de dispositivos usados para monitorar o processo e fornecer um retorno de informação ao CLP. As entradas podem ser digitais ou analógicas e ainda podem ser internas ou externas. As entradas externas são aquelas por onde entrará o sinal enviado por um sensor ao CLP e as internas são aquelas que recebem sinal de outro, como por exemplo, o contato de um temporizador utilizado para ligar outro componente interno ou uma saída externa.

Quando o CLP está em funcionamento, este realiza uma sequência de operações que se chama ciclo de varredura. No início de um ciclo de varredura, o CLP lê os valores que são disponibilizados pelo módulo de entradas e os salva em sua memória.

Os modelos de CLPs mais recentes já estão sendo fabricados por padrão com algumas entradas para sinais digitais integradas diretamente à unidade central de processamento e contam com a dinâmica modular para prover flexibilidade e reduzir espaço na montagem, sendo que para expandir a quantidade de entradas basta plugar diretamente no barramento do processador um ou mais módulos de expansão compatíveis com o CLP em questão. A motivação para a popularização de entradas modulares pode ser explicada pela fácil substituição, em caso de defeito ou manutenção, do bloco específico e não do equipamento como um todo, também em

casos de ampliação da planta, faz-se oportunamente a adição de blocos extras diretamente em um slot ou conector no rack.

Tais módulos contêm terminais individuais para cada conexão de entrada, além de LEDs indicadores de estado para os mesmos e bornes exclusivos com tensão proveniente do módulo de alimentação para fornecer energia necessária para o funcionamento dos dispositivos que enviarão algum sinal para posterior tomada de decisão pelo processador.

O número de entradas em cada módulo de expansão pode ser de 8, 16, 32 ou 64, separadas por um bloco com bornes rosqueáveis (conhecido como borneira) para a conexão dos dispositivos através de fios nos respectivos terminais de entrada. A seção das portas de entrada para informações pode ser dividida de acordo com o tipo de sinal que será disponibilizado pelo dispositivo de campo em dois grandes grupos, separados pelo mundo do discreto e pelo mundo do contínuo:

Módulo de entradas de sinais discretos

É o tipo de módulo mais comum nas aplicações gerais de uma indústria, abrange uma faixa definida de informação que é da natureza TUDO/NADA, como botões de comando, chaves seletoras e sensores verdadeiro/falso. A informação entra no módulo de maneira determinística de modo a indicar o estado de algum contato externo, ou informar a presença ou ausência de alimentação no circuito em processo.

Em geral, módulo de entradas de sinais discretos trabalham em faixas constantes de tensão, que podem ser 24Vdc e 110 a 220Vac. Dependendo da aplicação, existe uma grande desvantagem em relação ao módulo de entrada de sinais analógicos, que é a deficiência em reconhecer a amplitude do sinal.

Módulo de entradas de sinais analógicos

É o tipo de módulo de entradas mais recente no mercado e também o mais sofisticado para aplicações que exigem valores precisos das amplitudes das leituras feitas pelos sensores. Na prática, a entrada de sinais analógicos é de suma importância quando se fala principalmente de processos que envolvem controle de temperatura, aferição de pressão e medição de vazão, e em boa parte dos casos são os transmissores/transdutores que tratam sinais dos sensores para posterior

encaminhamento, geralmente na forma de tensão ou corrente (normalmente 0-10V e 0-20mA respectivamente) para as entradas do módulo do CLP. Com a informação analógica disponível nos bornes de entrada do módulo do controlador, uma medida para discretizá-lo deve ser tomada para só então o processamento ocorrer. De fato o que acontece é a transformação de um sinal analógico (sinal de entrada) para um sinal digital por um conversor analógico-digital (A/D).

Os CLPs possuem limitações de tensão e corrente para que seus componentes não se danifiquem. A tensão analógica de entrada dos módulos pode ser de dois tipos: unipolar e bipolar. Os módulos unipolares podem receber apenas sinais de entradas que variam positivamente; por exemplo, um sinal que varia entre 0V e 10V é um sinal unipolar. Sinais bipolares oscilam entre um valor máximo negativo e um valor máximo positivo; por exemplo, um sinal que varia entre -10V e 10V é um sinal bipolar. A resolução de um canal de entrada analógico refere-se a menor variação da amplitude do sinal que pode ser detectada e é representada pelo número de bits utilizado na representação do sinal; por exemplo, uma resolução de 2mV significa que a cada variação positiva ou negativa de 2mV do sinal haverá variação positiva ou negativa do 1 bit menos significativo que representa o sinal digitalmente, respectivamente. Um sinal bipolar de -10V a 10V lido por um canal com resolução de 12 bits, por exemplo, pode ser detectado em intervalos de $20V/2^{12}$ (aproximadamente 4,9mV).

Os dispositivos para entradas analógicas deverão ser compatíveis com as entradas analógicas do CLP, em relação ao tipo de sinal (corrente ou tensão) e a faixa de valores deste sinal, fornecendo ao CLP sinais elétricos variáveis, proporcionais à variação da grandeza física que está sendo medida.

Módulo de Saídas

Em geral, tais módulos de comunicação externa são uma via de mão dupla, enquanto um capta informação dos sensores, o outro a devolve para os atuadores no chão de fábrica. As saídas são os caminhos pelos quais a CPU envia uma informação ao processo, resultado do processamento do programa do usuário. São as interfaces através das quais o CLP pode alimentar uma carga. Assim como as entradas, as saídas também podem ser digitais ou analógicas. As

saídas, assim como as entradas, podem ser externas ou internas. As saídas externas são aquelas por onde se comanda um motor, por exemplo. Isto é, o controlador irá enviar um sinal elétrico para um componente externo a ele, enquanto que uma saída interna pode ser a bobina de um temporizador interno.

A respeito da sequência de operações denominada anteriormente por ciclo de varredura, após ter lido os valores que são disponibilizados pelo módulo de entradas e tê-los salvo na memória, o processamento acontece de acordo com instruções definidas no decorrer do programa. No passo seguinte é atualizada a interface/módulo de saídas com os resultados processados da memória. Analogamente ao que acontece com as entradas, as portas de saída para informações pode ser dividida de acordo com o tipo de sinal que será disponibilizado ao dispositivo de campo em dois grandes grupos, separados pelo mundo do discreto e pelo mundo do contínuo:

Módulo de saídas de sinais discretos

Os módulos de saída discretos são utilizados para ligar ou desligar um dispositivo de campo e podem ser usados para controlar qualquer dispositivo de dois estados (ligado/desligado). Eles estão disponíveis nas versões CA e CC, com vários valores de tensão e corrente, e podem funcionar através de transistor, triac ou relé na saída. As saídas com triac só podem ser utilizadas para o controle de dispositivos CA, enquanto as saídas com transistor, só para o controle de CC. O módulo de saída discreto por relés utiliza o eletromecanismo (bobina) como elemento de chaveamento. Esses relés na saída podem ser utilizados com dispositivos CA ou CC, mas eles têm um tempo de chaveamento bem menor comparado com o das saídas de estado sólido.

Módulo de saídas de sinais analógicos

O módulo de saídas de sinais analógicos funciona basicamente de forma inversa ao módulo de entrada. Ele recebe dados digitais do CPU, com sua representação binária de tamanho referente à sua resolução; por exemplo um módulo de saída analógico de 12 bits pode enviar para a sua saída $2^{12} = 4096$ valores distintos dentro de sua faixa de operação. Os dados recebidos são convertidos proporcionalmente em um sinal analógico por meio de um conversor digital-analógico (D/A). Os

dispositivos comumente controlados por um módulo de saída analógico são válvulas de controle, registradores gráficos, acionadores eletrônicos e outros atuadores proporcionais (que respondem a sinais analógicos).

Módulos Alternativos

Existem vários tipos de módulos diferenciados, que não se limitam apenas a distinguir e produzir valores discretos e analógicos, mas também a realizar funções diferenciadas. Entre eles, temos:

- Módulo contador de alta velocidade (para contar pulsos em velocidade não suportada pelo processador do CLP);
- Módulo Thumbweel (chave mecânica);
- Módulo TTL (para a transmissão e recepção de sinais TTL);
- Módulo contador decodificador (encoder);
- Módulo Basic ou ASCII (funciona com programas escritos em Basic ou C);
- Módulo para motor de passo;
- Módulo de saída BCD (para operar dispositivos que exigem sinais com o código BCD, como displays de sete segmentos);
- Módulo PID (módulo proporcional-integral-derivativo para trabalhar com algoritmos PID);
- Módulo de controle de movimento e posição (para controle de máquinas de alta precisão);
- Módulo de comunicação serial.

Especificações dos Módulos de Entradas e Saídas

Especificações das E/S discretas

A tensão nominal do módulo de entrada discreto significa a amplitude do sinal que pode ser colocado na entrada (por exemplo, 5 V, 24 V, 230 V) e o seu tipo (CA ou CC).

A tensão de entrada limiar diz a respeito da mínima tensão fornecida na entrada para que seja reconhecida a lógica LIGADO e a máxima tensão para que o valor DESLIGADO seja reconhecido, já que na prática o valor 0V, que representaria exatamente a lógica DESLIGADO, nunca é alcançado.

Tempo de resposta refere-se ao tempo que o CPU do CLP leva para reconhecer que um dispositivo de campo foi LIGADO ou DESLIGADO.

Tensão de saída especifica o tamanho e o tipo de tensão fornecidos pelo CLP, dentro dos limites que o módulo foi criado para funcionar.

Especificações das E/S analógicas

As faixas de tensão/corrente de entrada referem-se aos valores de tensão ou corrente dentro dos limites de funcionamento do módulo (que o CLP pode reconhecer), e devem estar de acordo com a variação dos sinais de corrente ou de tensão gerados pelos sensores analógicos ligados às entradas do módulo.

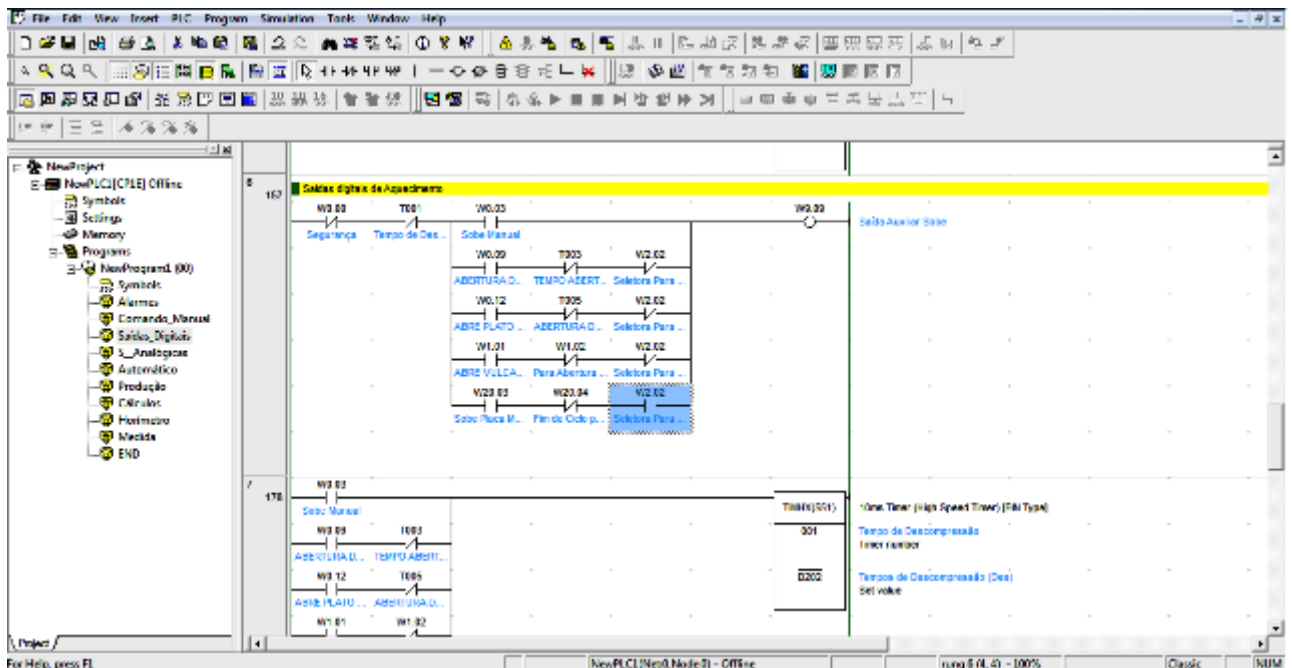
As faixas de tensão/corrente de saída definem as faixas de sinais de corrente ou tensão cujo módulo consegue detectar (máxima e mínima) e funcionar segundo um programa de controle. As faixas de saídas devem estar de acordo com a variação dos sinais de tensão ou corrente que serão necessários para acionar os dispositivos analógicos na saída conectados ao módulo. Quando um CLP possui muitas saídas, ocasionalmente pode ocorrer de a máxima corrente fornecida pela saída não ser suficiente para alimentar os dispositivos de campo, sendo necessário a utilização de uma fonte externa junto a saída do CLP, geralmente acionada por um relé.

A resolução de um módulo de E/S de sinal analógico especifica com que precisão um sinal analógico pode ser representado digitalmente dentro do programa, determinando a menor unidade de medição de corrente ou tensão (como já citado anteriormente). Quanto maior a resolução (comumente utilizada em bits), maior será a precisão do valor analógico representado no CPU do CLP.

Dispositivo de Programação

É o dispositivo através do qual o programa é inserido na memória do processador, são bastante utilizados para manutenção de CLP's em campo. Apesar disto os computadores pessoais são os dispositivos de programação mais utilizados devido ao monitor do computador ser capaz de mostrar na tela mais lógicas que os dispositivos compactos, facilitando a visualização.

2- DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS EM PLC (CLP)



Exemplo de Lógica CLP desenvolvida pela Luz Automação Indústria

CLP "Controlador Lógico Programável"

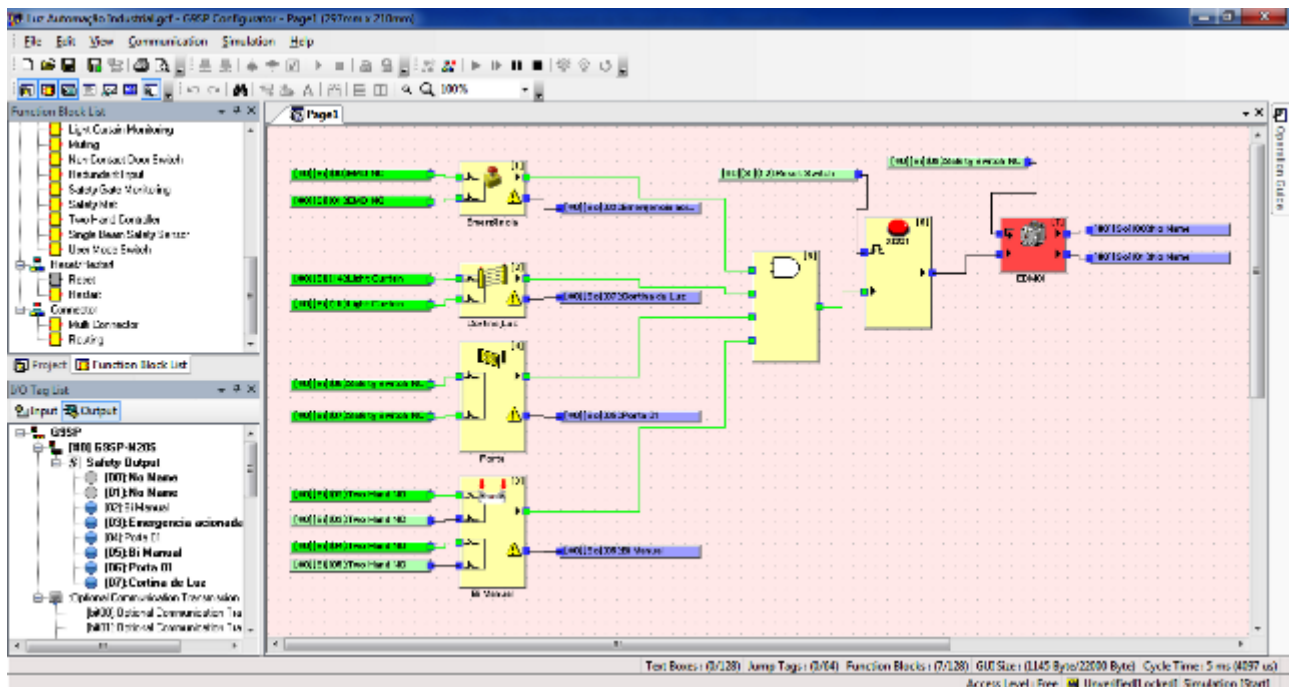
O Programa do CLP é desenvolvido em lógica na linguagem Ladder, que é uma das linguagens mais utilizadas em controladores lógicos.

Segue os mais rigorosos critérios de desenvolvimento, separados em Rotinas e Sub-rotinas com comentários em cada fase do desenvolvimento.

Garantindo assim uma fácil interpretação do programa.

Podendo ser aplicado em qualquer painel elétrico para máquina de processo industrial.





Exemplo de Lógica CLP de Segurança desenvolvida pela Luz Automação Industria

CLP de Segurança "Atende a NR12"

O CLP de Segurança é utilizado para monitorar e controlar sistemas completos de segurança.

Utilizado em painel elétrico de máquinas de processo industrial para atender a norma NR-12, pois faz o monitoramento com redundância de:

Botão de emergência, Acionamento Bi-Manual, Rearme Manual, Cortina de Luz, Sensores Magnéticos para porta de acesso, Chave de intertravamento de segurança com solenoide, Válvula de Segurança, Bloco hidráulicos de Segurança, Inversor de Frequência de Segurança entre outros dispositivos safe.

OpenPLC



Visão geral do OpenPLC

O OpenPLC, projeto criado por Thiago Rodrigues Alves (estudante de doutorado na Universidade do Alabama), surgiu através do objetivo de encontrar vulnerabilidade em PLCs (Programmable Logic Controller ou Controlador Lógico Programável - CLP). Entretanto, dificilmente algum fabricante de CLP disponibilizaria seu código fonte para que o estudante pudesse realizar uma análise mais profunda, a fim de validar seus estudos. Devido a isto, ele resolveu criar o seu próprio CLP de hardware e software livres, que pode ser programado nas 5 principais linguagens definidas conforme a norma IEC 61131-3, que estabelece a arquitetura básica de software e as linguagens de programação para CLPs. Dentre as linguagens suportadas pelo OpenPLC, estão: LD (*Ladder Diagram* ou Diagrama Ladder), FBD (*Function Block Diagram* ou Diagramas de Blocos Funcionais), ST (*Structured Text* ou Texto Estruturado), IL (*Instruction List* ou Lista de Instruções) e SFC (*Sequential Function Chart* ou Sequenciamento Gráfico de Funções).

O projeto do OpenPLC possui um ambiente de desenvolvimento de programas, é compatível com praticamente qualquer software SCADA existente, utiliza o protocolo Modbus/TCP para comunicação e inclui um editor de Interface Homem Máquina

(IHM) de código aberto, denominado SCADA_BR. Outro ponto interessante a se destacar condiz a compatibilidade do OpenPLC com o PLCopen Editor, sendo esse um software que permite escrever programas para CLP de acordo com a IEC 61131-3, estando em conformidade com o PLCopen XML. A figura 1 ilustra a linguagem Ladder sendo aplicada sobre o PLCopen Editor.

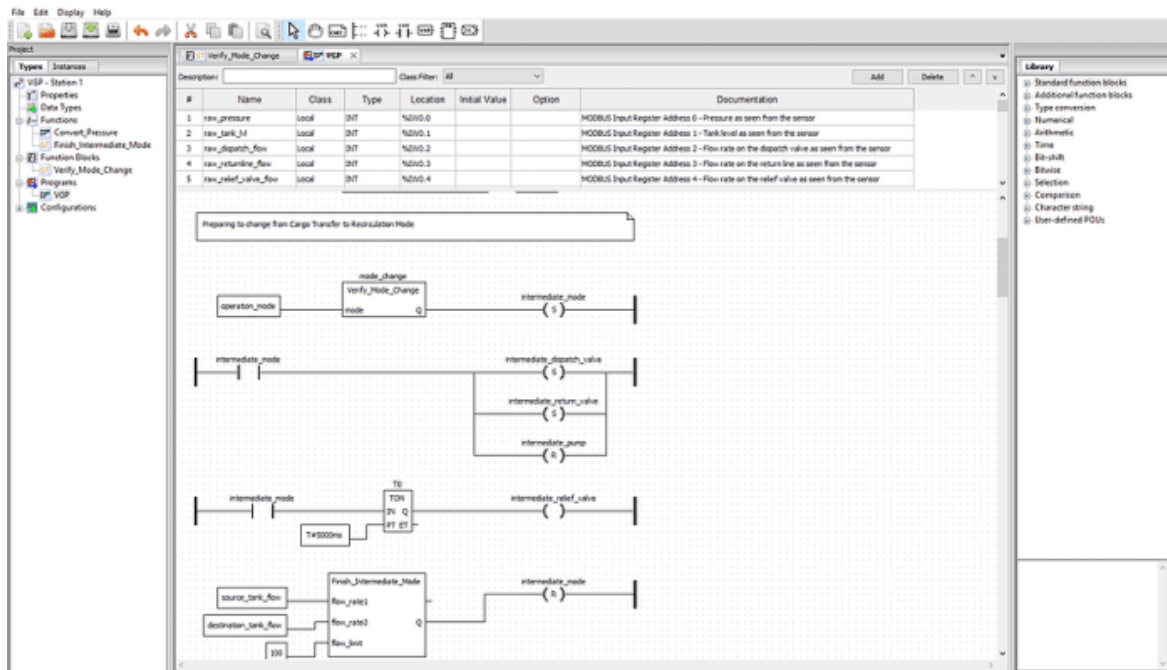


Figura 1 - Linguagem Ladder sendo aplicada sobre o PLCopen Editor.

A programação do hardware é realizada por meio do **PLCopen Editor**, onde são gerados arquivos ST. O aplicativo OpenPLC possui um servidor Web baseado em NodeJs que controla se o OpenPLC está de fato sendo executado ou não, e permite que o usuário faça upload do arquivo ST. Durante a execução do servidor, basta abrir o navegador, que haverá uma interface Web, possibilitando o envio de novos programas ao OpenPLC.

Plataformas para o OpenPLC

O OpenPLC é compatível com algumas plataformas livres, como Arduino, Raspberry Pi e ESP8266. Adicionalmente, o projeto dá suporte à UniPI e PiXtend. Além disso, o OpenPLC fornece os esquemas elétricos para que o usuário crie seu próprio hardware, caso não deseje utilizar nenhuma dessas plataformas para suas aplicações.

No que diz respeito ao suporte fornecido para a plataforma Arduino, o OpenPLC disponibiliza mapeamentos de pinos para diferentes tipos de placas, como, por exemplo, Arduino UNO, Pro, Pro Mini, Nano, Micro, Lilypad, Zero, Mega, ADK e Due. A figura 2 demonstra o mapeamento de pinos para o Arduino Uno, Pro, Pro Mini, Nano, Micro, Lilypad e Zero. Vale destacar que para a plataforma Arduino, o OpenPLC não funciona como um aplicativo autônomo, isto é, depende de um sistema host para execução da lógica no núcleo. O sistema host pode ser Windows, Linux ou uma Raspberry Pi.

	Arduino Pin	OpenPLC I/O
Digital Inputs	2	%IX0.0
	3	%IX0.1
	4	%IX0.2
	5	%IX0.3
	6	%IX0.4
Digital Outputs	7	%QX0.0
	8	%QX0.1
	12	%QX0.2
	13	%QX0.3
Analog Inputs	A0	%IW0.0
	A1	%IW0.1
	A2	%IW0.2
	A3	%IW0.3
	A4	%IW0.4
	A5	%IW0.5
Analog Outputs	9	%QW0.0
	10	%QW0.1
	11	%QW0.2

Figura 2 - Mapeamentos

de pinos para alguns modelos de hardware do Arduino.

Com relação à Raspberry Pi, o dispositivo deve estar executando o Raspbian Jessie para que seja possível a instalação do OpenPLC. Para saber mais sobre o processo de instalação do OpenPLC em um modelo de Raspberry Pi, [clique aqui](#). Seguindo a mesma linha de mapeamentos de pinos citados no parágrafo anterior, o OpenPLC compatibiliza seus I/Os para as versões de Raspberry Pi. A figura 3 demonstra o mapeamento de pinos do OpenPLC para a Raspberry Pi.

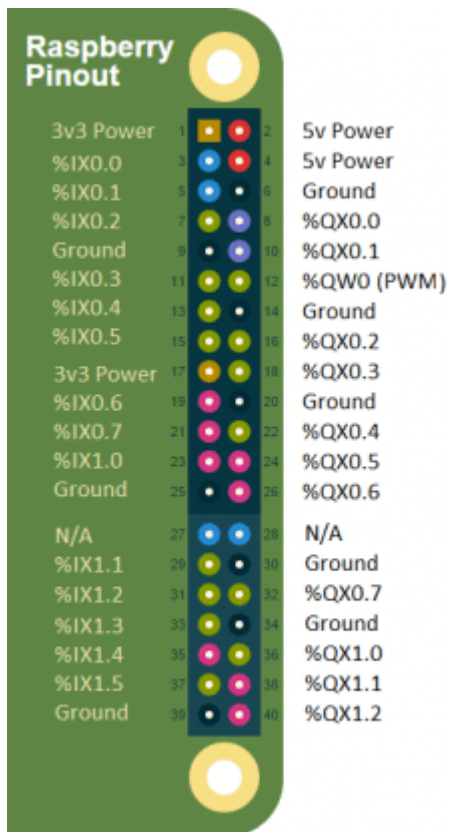


Figura 3 - Mapeamento de pinos do OpenPLC para Raspberry Pi.

No caso do ESP8266 o procedimento de instalação do OpenPLC é similar ao Arduino, onde é necessário um sistema host para execução da lógica. O mapeamento de pinos para esse dispositivo depende do `DEVICE_ID`. Existem 4 entradas digitais, 4 saídas digitais, 1 entrada analógica e 1 saída analógica disponível na placa ESP8266. Portanto, se o seu `DEVICE_ID` for zero, o vars localizado %IX0.0 para %IX0.3 será ligado às suas 4 entradas digitais. Se o seu `DEVICE_ID` for 2, o vars localizado para o seu dispositivo seria então %IX2.0 para %IX2.3, e assim por diante, conforme relatado no site oficial do OpenPLC. A figura 4 retrata o mapeamento de pinos, onde n deve ser substituído pelo `DEVICE_ID`.

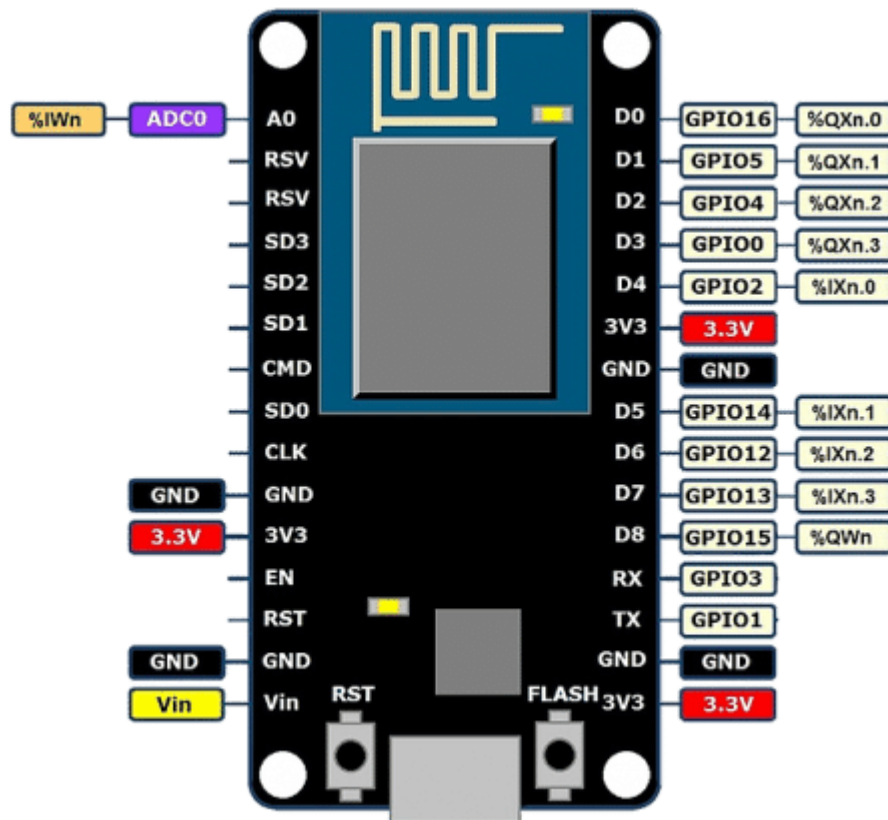


Figura 4 -

Mapeamento de pinos do OpenPLC para ESP8266.

Em se tratando da UniPi e da PiXtend, ambos os hardwares baseados em Raspberry Pi, o procedimento de instalação do OpenPLC é similar ao da Raspberry Pi. Para UniPi, ao término do processo de compilação, o usuário deverá carregar o módulo I2C no Kernel, pois isso permitirá que o OpenPLC se comunique com os periféricos da placa UniPi. Já para a PiXtend, o usuário deverá se certificar que está ativada a interface SPI na plataforma embarcada. Os mapeamentos de pinos do OpenPLC para a Uni Pie e PiXtend são ilustrados conforme as figuras 5 e 6.

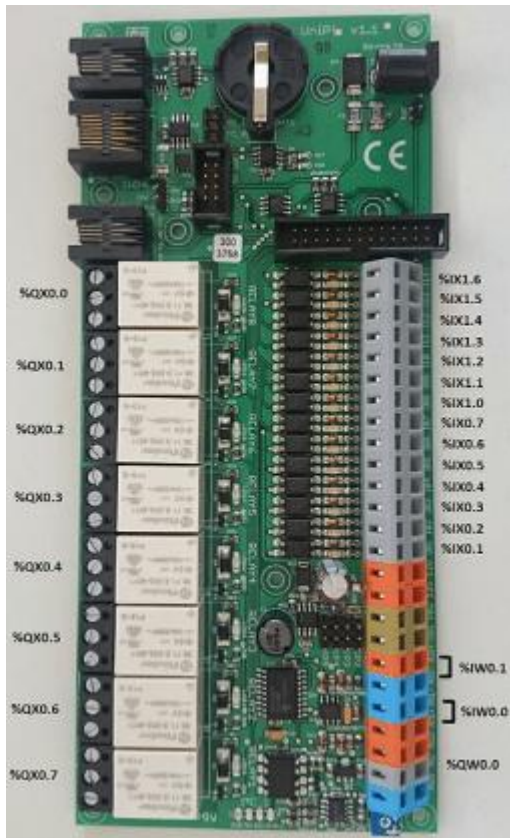


Figura 5 - Mapeamento de pinos do OpenPLC

para Uni Pi.

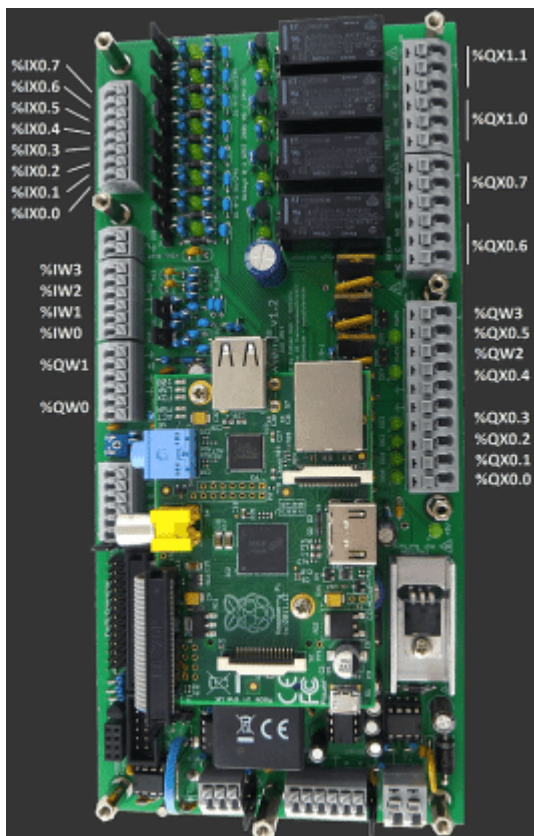


Figura 6 - Mapeamento de pinos do OpenPLC para PiXtend.

O OpenPLC oferece um hardware padrão livre que possa ser acessado através do Kicad. São fornecidos também arquivos pdf contendo os respectivos esquemas elétricos de tal hardware. Esses esquemas elétricos fornecem as ligações de circuitos de comunicação RS485, CPU, USB, proteção, Ethernet, entre outros.

Conclusão

Por ser uma ferramenta totalmente aberta, o OpenPLC possibilita que qualquer pessoa tenha acesso a todos os arquivos e informações relativas ao projeto, o que resulta em uma colaboração significativa para disseminação de conhecimentos voltados principalmente para aplicações industriais que utilizam CLPs. Se comparado a um CLP tradicional, o OpenPLC apresenta componentes relativamente baratos, o que abre muitas portas dentro do cenário de automação.

3- REVISÃO DE ESQUEMAS ELÉTRICOS EM DIAGRAMAS LÓGICOS

O que é preciso saber para começar a ler e entender esquemas?

Parece óbvio, mas não custa dizer que a primeira coisa que se precisa conhecer é a simbologia dos componentes, pois os circuitos são desenhados com base nesta simbologia que é, praticamente, universal com pequenas variações.

Assim que me sobrar um tempinho irei preparar uma infográfico sobre isto (neste século ainda, kkk).

Um segundo passo é associar a simbologia ao componente propriamente dito caso contrário não irá encontrá-lo fisicamente na placa onde ele está montado.

Se você está estudando por livros ou até mesmo em aulas presenciais esta é uma etapa que, às vezes, é mal explicada e o estudante acaba se tornando um “especialista” em desenhos e mais adiante tratarei dela.

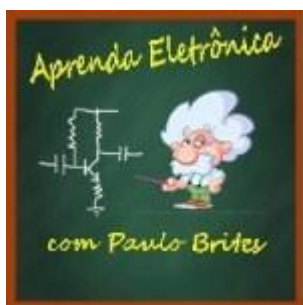
Por outro lado, de pouco adianta conhecer as simbologias e os respectivos componentes associados a ela sem saber como o circuito funciona.

Tenho visto pelos fóruns na Internet, muita gente querendo resolver as coisas na base da adivinhação, pergunta aqui e ali sem nenhuma noção do que está querendo perguntar.

Não é assim que se aprende nada. Antes é preciso ter algum embasamento teórico e conceitual sobre qualquer coisa que se queira fazer.

Tentei suprir parte destas dificuldades como meu e-book **Eletrônica para Estudantes, Hobistas & Inventores**, mas reconheço que, às vezes, somente

olhar figuras, e até mesmo fotos, por melhor que elas sejam, nem sempre, ajuda muito.



Clube Aprenda Eletrônica com Paulo Brites

Estou preparando um projeto de aulas *on line* intitulado Clube Aprenda Eletrônica com Paulo Brites que breve estará “no ar” e lá teremos uma oportunidade de tratar destas coisas de uma forma que envolverá teoria e prática, mas enquanto ele não sai do forno e o e-book de “leitura” de esquemas não fica pronto vamos a algumas dicas.

Consertar não é adivinhar

Se você tentar consertar um televisor ou equipamento de som moderno, por exemplo, sem antes saber o que cada parte do circuito faz e como funciona, as chances de conseguir algum êxito é quase a mesma de ganhar na mega sena.

Comece estudando circuitos simples e montando-os, de preferência, em *protoboards* onde além de poder reaproveitar os componentes ainda poderá modificar alguns valores e analisar os resultados, é assim que se aprende eletrônica. Pelo menos foi assim que eu aprendi (e estudando muito, até hoje).

É assim que serão minhas aulas *on-line*, aliando teoria de forma sólida com prática verdadeira, sem labs virtuais.

Começando a entender esquemas: – a importância do diagrama em blocos

Uma maneira muito eficiente de se entender como os circuitos funcionam é através dos diagramas em blocos onde não se mostram todos os componentes e suas interligações, mas apenas blocos, como o próprio nome diz, nos quais são indicados os principais pontos do circuito como tensões de alimentação com seus respectivos valores, sinais de entrada e saída e algumas informações importantes.

Habitue-se a entendê-los e até mesmo a construir seu próprio diagrama em blocos a partir de um circuito que você tem na mão isto com certeza vai ajudar muito.

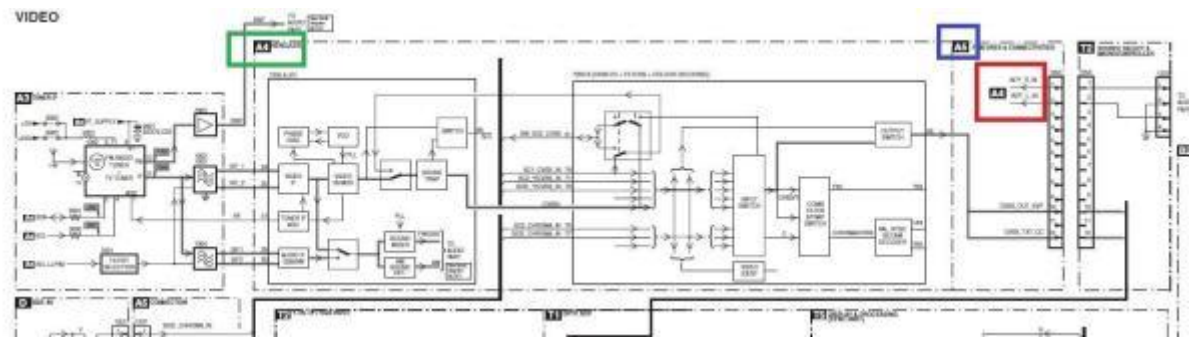
Cada fabricante tem seu jeito de construir seus circuitos

Supondo que você já possui um conhecimento teórico mínimo do funcionamento dos circuitos e quer partir para a reparação de algum equipamento, a primeira providência é descobrir qual a lógica que o fabricante usa para interligar as diversas partes dos seus circuitos.

Os esquemas não cabem mais numa folha de papel, então é preciso ir passando de uma folha para outra para dar continuidade ao circuito e para fazer isso os fabricantes utilizam regras próprias para indicar como as partes são interligadas.

A Philips, por exemplo, costuma identificar cada página com uma letra e um número. A letra corresponde a determinado estágio e o número indica partes deste estágio.

Veja abaixo um pedaço de um esquema de um TV Philips tomado como exemplo.



Pedaço de um esquema de tv Philips

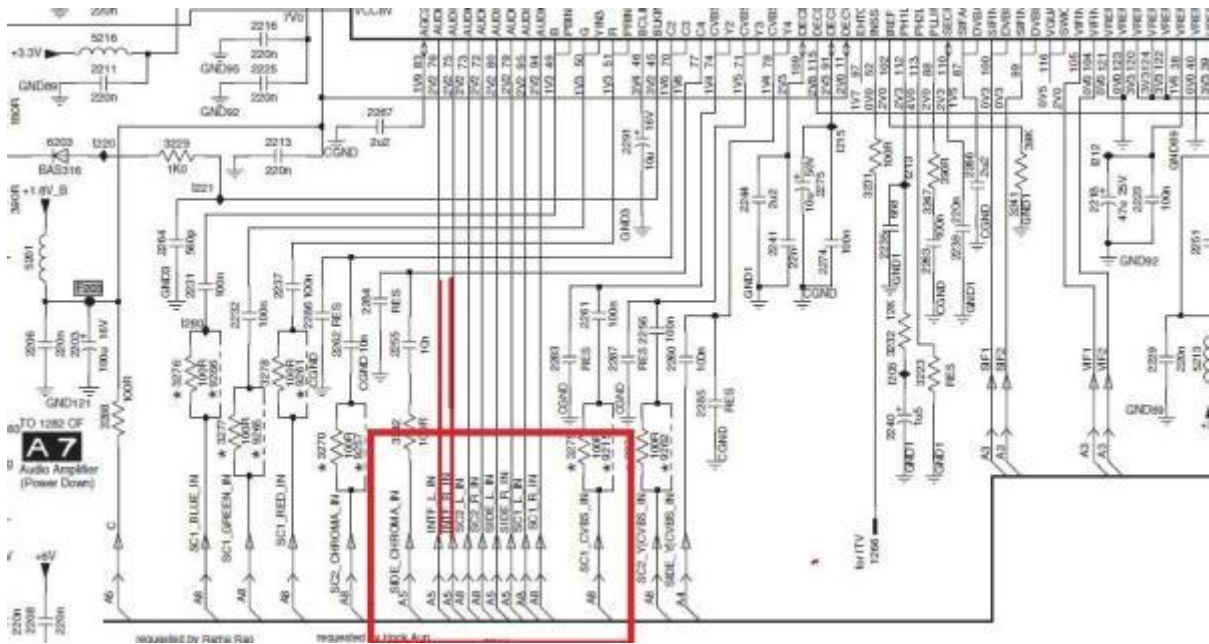
Repare que tem um bloco indicado como A4 (marcado com verde) e que tem um outro bloco indicado como A5 (marcado com azul), entretanto dentro deste bloco A5 existe uma indicação A4 marcada com vermelho. Isto quer dizer que estas duas linhas do A5 vão para o A4. Reparou que eu disse “vão”? Sim, porque o sentido das setas parece indicar que estão saindo de A5 para A4.

Entretanto, se olharmos o bloco A4 não vemos nenhuma linha com a indicação que aparece no bloco A5.

E agora? Certamente no restante do esquema existirão outros blocos também denominados A4 onde estas linhas devem chegar.

Por enquanto, estamos só trabalhando com diagrama em blocos, vamos dar uma olhada num pedaço do esquema propriamente dito.

Repare a área que coloquei em destaque com o retângulo vermelho.



Pedaço de um esquema de um tv Philips

Nela temos duas linhas marcadas como A5 INTF L IN e INTFL R IN.

Então, estas são as linhas que estávamos procurando e que apareceram aqui.

Esta é a metodologia que a Philips usa em seus esquemas, mas ela não é universal e outros fabricantes usarão as suas próprias regras e você terá que descobrir quais são porque eles não vão te dizer.

É claro que eu estou tratando aqui de situações bastante complexas e que um principiante certamente terá dificuldade de acompanhar, mas resolvi usá-las como exemplo do grau de dificuldade que muita gente enfrenta para ler alguns esquemas.

Por enquanto a intenção foi apenas começar o debate e aguardar os comentários para tentar entender qual a dificuldade que cada um tem e partir delas seguir uma estratégia de abordagem para um futuro *e-book* sobre um tema realmente complexo.

4- ANÁLISE DE DESEMPENHO DE MÁQUINAS AUTOMÁTICAS

OEE: O que é e como calcular esse indicador de desempenho?

De nada adianta milhares de máquinas industriais em produção se você não sabe quais estão, realmente, gerando lucro. E se você tem essa dúvida, é hora de conhecer o que é OEE e como esse indicador funciona.

O OEE — Overall Equipment Effectiveness, ou Eficiência Global de Equipamentos — permite calcular e monitorar o desempenho das máquinas de produção, identificando baixas e melhorias.

O que é OEE?

O OEE é um importante KPI que centraliza as métricas de diferentes áreas, como manufatura, qualidade e manutenção, deixando todos os setores responsáveis por trabalhar juntos para melhorar a performance.

Essa métrica evidencia fatores como:

- a produção máxima das máquinas;
- qual máquina produz mais e qual produz menos;
- se a qualidade dos produtos é satisfatória;
- se alguma máquina está dando prejuízo.

O OEE foi criado como um componente da metodologia TPM — Total Productive Maintenance, ou Manutenção Produtiva Total —, que visa alcançar a falha e quebra zeros na produção por meio de técnicas de manutenção preventiva e manutenção do sistema de produção.

Por causa dos seus benefícios, o método também passou a ser utilizado por empresas adotantes da filosofia da manufatura enxuta (Lean manufacturing), que visa diminuir os desperdícios.

Quais as vantagens de monitorar o OEE?

O aumento no índice do OEE garante também um aumento nos resultados e, consequentemente, o crescimento da empresa.

Com o OEE, você passa a controlar a produtividade das máquinas de forma estratégica. Entendendo a velocidade e qualidade da produção, é possível maximizar a performance dos equipamentos, melhorando a capacidade de entrega e tornando-os mais rentáveis.

Algumas das vantagens que você encontrará monitorando esse indicador de desempenho são:

- melhor aproveitamento de máquinas;
- melhor utilização do tempo;
- prejuízo causado por falhas e manutenção;
- controle da qualidade dos materiais produzidos;
- planejamento mais preciso de produção e entregas;
- diminuição do custo de retrabalho por refugo.

Como calcular o OEE?

A fórmula do OEE é bem simples e leva 3 pontos-chave em consideração:

- disponibilidade;
- performance;
- qualidade.

Cada um desses pontos tem uma fórmula própria, e é com esses valores individuais que o OEE é calculado:

OEE = Disponibilidade (%) x Performance (%) x Qualidade (%)

Mas, antes de fazer o cálculo, é preciso entender como funciona cada um deles. Confira!

Disponibilidade

A disponibilidade representa a porcentagem do tempo durante o qual uma máquina funcionou em relação ao tempo em que ela pode ser utilizada.

Por exemplo: supondo que um equipamento tem a disponibilidade de 8 horas em um dia — o tempo de operação do funcionário. Assim, 8 horas representa o tempo total em que ela pode ser utilizada.

Com o índice de disponibilidade, você pode identificar pontos como:

- formas de aproveitar melhor o tempo das máquinas;

- tempo gasto em paradas não planejadas;
- falta de manutenção;
- baixas na produção.

Para ser mais preciso, há alguns detalhes que devem ser levados em conta antes de fazer esse cálculo, tais como:

- tempo em produção;
- paradas não planejadas;
- paradas planejadas.

Tempo em produção

O tempo em produção mostra o período em que a máquina está realmente produzindo e realizando a atividade programada.

Paradas não planejadas

São os momentos em que a máquina está parada por causa de interrupções não previstas, como falta de mão de obra, escassez de matéria prima, quedas de energia ou defeitos.

Paradas planejadas

As paradas planejadas são aquelas que estão previstas no cronograma. Nesse caso, mesmo que a máquina não esteja operando, o índice não cai, já que a pausa está prevista e contabilizada na produção esperada.

Alguns exemplos são: treinamentos, manutenção programada, falta de demanda ou finais de semana.

Essas paradas são descontadas do tempo de disponibilidade.

Logo, a fórmula fica assim:

Disponibilidade = tempo em produção / (tempo em produção + paradas planejadas)

Para ilustrar, vamos considerar que a máquina do nosso exemplo é operada sempre pelo mesmo funcionário, que tem um tempo de preparação de 15 minutos para o início da produção.

Esse funcionário trabalha 8 horas por dia, fazendo 4 horas durante a manhã, um intervalo de almoço e mais 4 horas no turno da tarde.

Como ficaria o cálculo da disponibilidade dessa máquina para um dia de trabalho?

O tempo em produção será de 7 horas e 30 minutos (porque o tempo de preparação é descontado), o que dá 450 minutos de trabalho por dia.

Então, o cálculo é feito dessa forma:

$$\begin{array}{rclclcl} \text{Disponibilidade} & = & 450 & / & (450 & + & 30) \\ \text{Disponibilidade} & = & 450 & / & 480 \end{array}$$

Disponibilidade = 0,93, ou 93%

Desempenho

O desempenho representa a porcentagem da velocidade de produção em relação à velocidade padrão.

É preciso analisar a velocidade com que o equipamento deveria produzir (o que ele foi projetado para realizar) e a velocidade real da máquina.

O índice do desempenho ajuda a resolver problemas de perda de velocidade, evidenciando valores como:

- prejuízos devido a paradas;
- perdas por baixa na velocidade;
- perdas por falta de qualificação de funcionários ou mau uso de equipamentos.

O desempenho pode ser calculado tanto em horas quanto em quantidade, dependendo do maquinário.

Para o cálculo em horas, você precisa de 2 valores:

- tempo padrão;
- tempo efetivo.

O **tempo padrão** é aquele em que a máquina foi projetada para funcionar, o que é esperado dela. Já o **tempo efetivo** é o quanto que, de fato, ela gastou para realizar a tarefa esperada — levando em conta apenas o tempo de produção, e não os momentos em que o equipamento ficou parado.

Considerando esses fatores, o cálculo é o seguinte:

Desempenho = tempo padrão / tempo efetivo

Para calcular o desempenho por quantidade, mude apenas o que está sendo analisado. Essa conta é utilizada em máquinas que têm o desempenho especificado por quantidade de produtos produzidos, e não por tempo de funcionamento.

Desempenho = quantidade de produtos produzidos / quantidade de produtos esperada

Para que a fórmula funcione, é necessário que a dimensão de tempo analisada seja a mesma. Entenda: imagine que a máquina do nosso exemplo foi projetada para produzir 500 itens nos 450 minutos de funcionamento — mas, em determinado dia, produziu 370 itens.

Fazendo o cálculo, temos:

$$\text{Desempenho} = \frac{370}{500}$$

$$\text{Desempenho} = 0,74 \text{ (74\%)}$$

Qualidade

A métrica anterior analisa apenas a quantidade de produção, mas não a qualidade dos itens produzidos. Por isso, também é preciso realizar uma análise qualitativa.

Toda empresa tem uma definição da qualidade que é esperada na produção. E, para que a máquina esteja cumprindo o seu papel, os produtos devem ter essa qualidade desejada.

O material que não atinge o nível esperado é considerado perda ou refugo.

Esse índice ajuda a identificar falhas na qualidade e evitar consequências como:

- insatisfação de clientes;
- custos com material;
- custo em retrabalho.

Para calcular a qualidade, você vai precisar de 3 valores — e, de novo, todos devem ser analisados com a mesma dimensão de tempo. São eles:

- quantidade de produtos produzidos;
- quantidade retrabalhada;
- quantidade perdida.

A fórmula é a seguinte:

Qualidade = quantidade de produtos produzidos – (quantidade retrabalhada + quantidade perdida) / quantidade de produtos produzidos

Vamos ao exemplo: imagine que, do total de 370 peças produzidas, 82 estavam com defeito.

Nesse caso, teríamos:

$$\text{Qualidade} = \frac{370 - (82)}{370}$$

Qualidade = 0,77 (77%)

Nessa situação o OEE seria calculado assim:

$$\text{OEE} = 93\% \times 74\% \times 77\%$$

OEE = 52,99%

Assim, além de ter uma forma simples de chegar ao OEE com apenas um KPI, é possível obter os valores separados, podendo identificar qual deles está causando um aumento ou uma baixa no OEE — e otimizar nos pontos necessários.

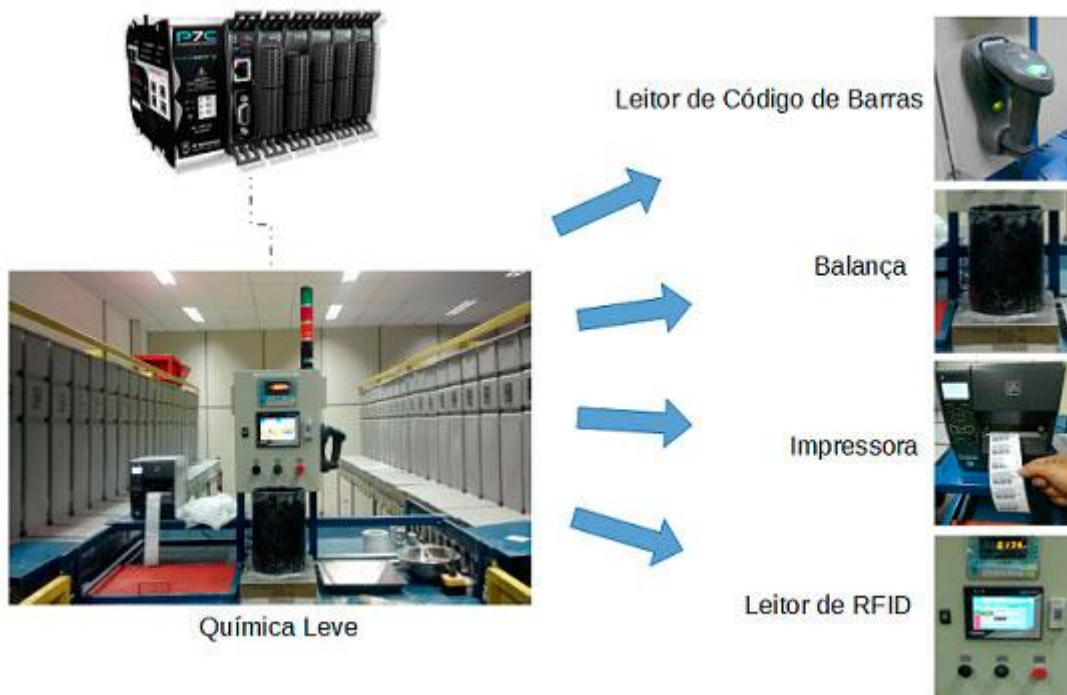
O valor ideal do OEE varia de acordo com a empresa. Mas, para ajudá-lo a ter uma base, há um benchmark mundial, o World Class OEE, que tem valores também para cada um dos 3 indicadores:

- disponibilidade: 90%;
- performance: 95%;
- qualidade: 99%;
- OEE: 85%.

Com isso, você já consegue identificar se os seus resultados estão dentro do padrão esperado ou se alguma ação é necessária — e onde é preciso intervir — para aprimorar os resultados.

Monitorando constantemente o índice de OEE, você conseguirá tomar ações com base em dados em tempo real, garantindo a melhoria contínua da produção e a redução dos custos com manutenções, além de identificar os gargalos com rapidez. Por ser um cálculo complexo que leva muitos fatores em consideração, o ideal é que ele seja realizado de maneira automatizada, para garantir a consistência e agilidade.

5- PROJETO DE AUTOMAÇÃO EM MÁQUINAS



A automação remonta tempos antigos da humanidade, vide os sistemas de moinhos a vento ou movidos a energia hídrica, porém, a automação em escala industrial teve seu advento junto à Revolução Industrial. Desta forma, não seria exagero dizer que o Homem já esteja bastante familiarizado aos conceitos de projeto de automação industrial.

MAS O QUE SERIA UM PROJETO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Projeto é uma palavra usada para designar um desejo, plano, descrição detalhada de um empreendimento ou apenas a intenção de se fazer algo. Seria a definição do objetivo e os passos necessários para a consumação desse objetivo. Portanto, o projeto de automação industrial seria a intenção de tornar algo automático mediante um plano detalhado, que contempla todos os procedimentos necessários para tal.

O GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Além da concepção do projeto de automação em si, se faz necessário também tomar cuidados no que concerne ao gerenciamento do projeto. De acordo com o The Standig Group – que é um grupo independente que atua na área de projetos de softwares e sistemas de informação, cerca de 32% dos projetos inicialmente concebidos obtém sucesso em sua implementação integral, 44% obtém um sucesso apenas parcial, sem contar que os custos do projeto extrapolam em média 189% o valor do custo inicialmente calculado.

Devido a esses fatores expostos acima se torna crucial para uma empresa, que tenha a intenção de inicial um projeto de automação industrial, investir em métodos de gerenciamento.

E QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS PASSOS PARA UM PROJETO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

As normas e as características associadas ao projeto de automação industrial podem ser específicos para cada área, mas é possível esboçar algumas etapas gerais:

- Especificação técnica – nesse passo é onde se define o escopo do projeto;
- Aplicação – etapa onde se determina quais equipamentos e dispositivos serão usados no projeto;
- Projeto – especificação geral dos painéis e documentações técnicas;
- Infraestrutura de redes – planejamento de como será realizada a integração entre todos os equipamentos;
- Programação dos controladores – desenvolvimento dos programas que efetuarão os controles dos processos;
- Configuração de IHM e/ou Supervisório – desenvolvimento das aplicações referentes as interfaces gráficas;
- Montagem – implementação dos painéis elétricos, suportes mecânicos, cabeamentos, etc;

- StartUp – configurar todos os parâmetros dos equipamentos, iniciar energização, efetuar testes, treinar equipes, etc;
- Operação assistida – manter o projeto sendo supervisionado de perto, até que tudo seja ajustado e o cliente possa se sentir seguro com a aplicação;
- Documentação técnica final – após o projeto em perfeito funcionamento é necessário entregar a documentação referente a instruções de operação e manutenção.

Projeto de automação residencial simples





Um projeto de automação residencial simples é a elaboração de um sistema de controle que apresenta soluções tecnológicas por meio de aplicativos simples e direcionados a proporcionar conforto e praticidade. Não necessariamente é focado na instalação de ferramentas tecnológicas em todos os ambientes, mas em pontos específicos. Instalações que, por exemplo, ajudariam na economia de energia como acendedores automáticos que proporcionariam uma vida mais sustentável, em ambientes corporativos ou residenciais.

ELEMENTOS IMPORTANTES DE UM PROJETO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL SIMPLES

Um projeto de automação residencial simples pode estar presente tanto nos ambientes específicos da casa quanto em grandes ambientes, o que torna o projeto útil é justamente entender o foco central das necessidades a serem supridas. Ao elaborar um projeto de automação residencial simples deve-se levar em conta a estratégia de implementação e se ao acionar um comando único que apagará todas as luzes, ou fechar todas as cortinas e persianas da residência vai realmente atender a tudo o que o cliente projetou como ideal.

Se conforto é a palavra chave para a criação de um projeto de automação residencial simples em ambientes como sala de estar, pode-se direcionar o projeto de automação residencial simples para o planejamento de cenários específicos, intensidade das luzes no ambiente, além do desenvolvimento de controle digital para televisões, computadores, além de controle de aparelhos como home theater, por meio de tablets e celulares.

Ambientes personalizados, assertivos, práticos e despojados são símbolos da aliança entre a tecnologia e a modernidade nos lares. Elementos que apresentem soluções em conjunto a parcerias cada vez mais presentes no cotidiano e que suprem a cada vez maiores necessidades.

HI-TECK HOME CINEMA E AUTOMAÇÃO É SÍMBOLO DE ASSERTIVIDADE E TECNOLOGIA HÁ MAIS DE 20 ANOS

É muito importante pensar em um projeto personalizado que disponibilize ao cliente, conforto, segurança e sofisticação. A Hi-Teck Home Cinema e Automação apresenta essas soluções em automação de ambientes. A empresa alia tecnologia e qualidade na prestação de seus serviços além de um atendimento direcionado. Tudo para apresentar as melhores soluções às necessidades de cada cliente. Com a experiência em projeto de automação residencial simples que perdura há 30 anos, A Hi-Teck Home Cinema e Automação evoluiu, assim como a tecnologia evolui a cada dia, oferecendo consultoria personalizada além da elaboração de projetos modernos e assertivos.

Automação de máquinas e equipamentos

- 
- 
- 
- 
- 

A HI Tecnologia se especializou nas últimas 3 décadas em desenvolvimento de produtos para automação de máquinas e equipamentos. Possuindo um corpo

técnico altamente capacitado o cliente encontra em uma única empresa todo o suporte de engenharia necessário para o projeto de automação de máquinas e equipamentos, cobrindo processos contínuos e em batelada. Com a nossa empresa você decide a etapa onde deveremos atuar, abrangendo:

CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO DE AUTOMAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Nesta etapa a equipe de engenharia de aplicação da HI Tecnologia pode discutir com você sobre o seu projeto, propondo soluções para os requisitos de automação necessários para a sua solução;

PROJETO BÁSICO

Uma vez definidas as linhas gerais do projeto você pode contar com a HI Tecnologia no processo de projeto básico. Nesta etapa, são definidas as soluções de hardware e software necessárias para a automação de máquinas e equipamentos utilizadas no projeto. Este trabalho de prospecção no mercado das melhores soluções de para o seu projeto pode ser integralmente realizado pela HI Tecnologia ou parcialmente como uma consultoria, auxiliando o cliente na avaliação das possíveis opções encontradas;

DETALHAMENTO TÉCNICO E MONTAGEM DE PAINÉIS

Terminado o projeto básico a HI Tecnologia oferece serviços de elaboração da documentação detalhada do projeto de automação de máquinas e equipamentos, envolvendo projeto elétrico, projeto pneumático, hidráulico e mecânico (utilizando parceiros). Todo o processo de projeto e montagem de painéis elétricos pode ser contratado, de forma que o cliente recebe o armário de automação completamente montado e testado com documentação completa e relatório de testes e ensaios. Quando necessário estamos preparados para acompanhar processos de inspeção em fábrica pelo cliente ou outros órgãos de inspeção.

PROGRAMAÇÃO DE CLP'S

Atualmente é padrão a utilização de controladores lógicos programáveis (CLP) nos projetos de automação de máquinas e equipamentos devido a versatilidade e simplificação de hardware que estes equipamentos propiciam. A HI Tecnologia, como fabricante de CLP's pode oferecer um suporte diferenciado na etapa de especificação e programação da aplicação para os controladores. Se necessário este trabalho pode ser realizado pela HI Tecnologia com utilização de CLP's próprios ou de terceiros. Caso o cliente já possua uma equipe de automação para esta etapa, a HI Tecnologia oferece suporte técnico e treinamento para nossa linha de CLP's.

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS SUPERVISÓRIOS

É comum atualmente a utilização de sistemas supervisórios para a visualização e parametrização do processo de automação de máquinas e equipamentos. A HI Tecnologia desenvolveu e comercializa o sistema supervisório HIscada Pro, podem o mesmo ser utilizado como solução de supervisão. Caso o cliente opte pela utilização de outro sistema supervisório a HI Tecnologia possui engenharia de aplicação para o serviço de criação de aplicações para sistemas supervisórios de terceiros.

STARTUP DE SISTEMA

Pense neste cenário. A empresa que fez o projeto, monta o armário de automação, desenvolve os programas de controle (CLP's) e os programas de supervisão (Scada) é a mesma que irá testar e ser responsável para que o projeto proposto seja validado e integrado. Parece lógico não acha? Com a HI Tecnologia voce tem suporte em qualquer destas etapas e, naturalmente em todas elas se desejar uma solução completa (turn-key).

INTEGRAÇÃO DO PROCESSO COM OS OUTROS NÍVEIS DE AUTOMAÇÃO DA PLANTA

Finalmente se o seu processo de automação de máquinas e equipamentos exige que os dados produzidos sejam integrados ao um nível de automação superior com

por exemplos setor de manutenção, PCP, ERP etc, normalmente as soluções disponíveis no mercado necessitam de algum tipo de integração como por exemplo, desenvolvimento de drivers de comunicação gateways para bancos de dados, servidores para integração via WEB etc.

REFERÊNCIAS

https://pt.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_program%C3%A1vel>acesso em 30/03/2020

<https://luzautomacao.com.br/desenvolvimento-de-programa-para-clp-servicos>>acesso em 30/03/2020

<https://www.embarcados.com.br/openplc-o-primeiro-clp-de-codigo-aberto/>>acesso em 30/03/2020

<https://www.paulobrites.com.br/como-ler-e-interpretar-esquemas-eletronicos/>>acesso em 30/03/2020

<https://www.siembra.com.br/noticias/clp-controlador-logico-programavel-voce-sabe-o-que-e/>>acesso em 30/03/2020

<https://farolbi.com.br/oea/>>acesso em 30/03/2020

<https://www.hitecnologia.com.br/automacao-industrial/projeto-automacao-industrial>>acesso em 30/03/2020

<https://www.hi-teck.com.br/projeto-automacao-residencial-simples>>acesso em 30/03/2020

<https://www.hitecnologia.com.br/automacao-industrial/automacao-maquinas-equipamentos>>acesso em 30/03/2020