

AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA DE SELEÇÃO DE PEÇAS POR CORES COM ARDUINO E SUPERVISÓRIO SCADA

AUTOMATION OF A SYSTEM TO SELECT PARTS BY COLORS WITH ARDUINO AND SCADA SUPERVISORY

Adonias Wanderson Duarte da Silva¹ 

Gilson Fernandes Braga Junior² 

Resumo: Este trabalho apresenta um sistema de automação em pequena escala, que realiza a seleção de peças coloridas (balas de chocolate revestidas de cores) e possui programa para supervisão, emulando um sistema de aplicação industrial. A seleção de peças é realizada com o uso de um sensor que identifica os níveis RGB (*Red, Green, Blue*) das peças, e em seguida é acionada a liberação para reservatórios através de servomotores de acordo com a programação de uma placa Arduino. Com o software SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) é realizada a supervisão do processo através do driver Modbus entre Eclipse SCADA e uma placa Arduino distinta para a tarefa de coleta de dados. Apesar de ser possível utilizar a integração entre Arduino e supervisório SCADA para a aplicação desenvolvida, houveram problemas de comunicação que levaram a adoção do monitoramento da cor através de fotodetectores. Conclui-se então que a plataforma escolhida, por ser de baixo custo, pode ser utilizada para representar um sistema de aplicação industrial, servindo como base para um possível módulo didático de automação para aplicação de metodologias ativas de ensino, podendo ser adicionados alarmes contra incêndio (detectores de fumaça), comunicação bluetooth ou via internet para monitoramento por dispositivo móvel, e detecção de peças defeituosas e descarte.

Palavras-chave: Arduino, Supervisório, SCADA, Seleção por cor, Metodologias Ativas,

Abstract: This work presents a small-scale automation system, which performs the selection of colored parts (chocolate-colored candies) and has a supervision program, emulating an industrial application system. The parts selection is performed using a sensor that identifies the RGB (Red, Green, Blue) levels of the parts, and then activates the release of them in reservoirs through servomotors according to the program of an Arduino board. With SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) software, the supervision process is performed through the Modbus driver between Eclipse SCADA and a distinct Arduino board dedicated to data collection. Although it is possible to integrate Arduino and SCADA supervisory for the application developed, being capable to perform parts selection, there were communication problems led to the adoption of color monitoring by photodetectors. As a conclusion, the platform chosen, being low cost, can be used to represent a system with industrial application, serving as basis for a possible automation didactic module to the utilization of active teaching methodologies, and may be applied fire alarms (smoke detectors), bluetooth or internet communication for monitoring via mobile device and detection of defective parts and disposal.

Keywords: Arduino, Supervisory, SCADA, Color selection, Active teaching methodologies.

¹ Bacharel em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade Federal do Oeste do Pará, adonias.wanderson@hotmail.com.

² Professor Me. do Magistério Superior, Universidade Federal do Oeste do Pará, gilson.braga@ufopa.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a demanda por produtos manufaturados com boas características de qualidade e durabilidade pela sociedade contemporânea tem aumentado. Neste cenário, a necessidade de adequação à crescente concorrência entre as empresas torna a automação industrial uma área de destaque, auxiliando o desempenho de tarefas de alta complexidade e proporcionando a redução do custo final dos produtos, dos esforços físicos humanos e desperdícios durante o processo produtivo através da utilização de sistemas apoiados por computadores substituindo o trabalho humano por máquinas, aumentando a rapidez, a eficiência e a qualidade da produção. (MORAES E CASTRUCCI, 2007).

Segundo Ribeiro (2001), o primeiro termo utilizado para definir a automação foi “controle automático de processo”, consistindo na utilização de instrumentos capazes de medir, transmitir, comparar e atuar em um determinado processo para se conseguir um produto desejado com o mínimo de intervenção humana. Porém a automação não reduz totalmente o trabalho humano, requerendo ainda o emprego de operadores, que em vez de realizarem a tarefa diretamente, controlam o máquina que realiza a tarefa.

Em um sistema automático, pode-se ter diferentes componentes interligados e assistidos por redes de comunicação, compreendendo sistemas supervisórios, destinados à captura e armazenamento de informações através de sensores em um banco de dados, e interfaces homem-máquina (IHM), que possibilitam aos operadores atuação direta e modificação de parâmetros em um determinado processo produtivo. Estes sistemas também permitem o monitoramento em tempo real da evolução do processo (MORAIS e CASTRUCCI, 2007).

Ter a supervisão implementada em processos industriais possibilita a análise de toda a produção, e através do armazenamento de informações nos bancos de dados e posterior avaliação, podem ser propostas melhorias em um determinado setor produtivo, além da possibilidade de inserção de condições de alarme caso aconteça algum problema ou condição indesejada, viabilizando a intervenção no processo de forma remota.

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.7, n.1, p. 389-01, 389-21, 2022.

DOI: 10.21575/25254782rmetg2022vol7n11459.

De forma a garantir a qualidade de seus produtos, diversos processos produtivos realizam tarefas de identificação, seleção e classificação a partir de padrões de cores. Por exemplo, em uma fábrica de refrigerantes, uma garrafa com sua cor fora do padrão de referência deve ser identificada e posteriormente descartada, de modo a não chegar ao consumidor final, o que diminuiria a percepção da capacidade da empresa de produzir produtos padronizados. Outra aplicação consiste na identificação de garrafas através das cores de suas tampas plásticas, permitindo o agrupamento de garrafas do mesmo tipo para estocagem e transporte, além da contagem de produtos transportados de uma etapa do processo à outra etapa para quantificação de perdas. Uma outra aplicação consiste na identificação de etiquetas de produtos que são transportados em uma esteira, permitindo a intervenção no processo e correção. Ressalta-se que estes procedimentos são comuns a diversos tipos de indústrias.

Portanto, o desenvolvimento de sistemas que repliquem de forma parcial ou total processos industriais que envolvam a tarefa de seleção de peças por cores possui relevante importância para o desenvolvimento de novos processos ou fornecendo opções de custo menos elevado em relação as soluções presentes no mercado, além de permitir a aplicação como ferramenta de aprendizagem ativa em cursos de graduação ou cursos técnicos através de um módulo didático, ferramenta que aumenta o engajamento de alunos através de técnicas como aprendizagem baseada em problemas e aprendizagem baseada em projetos, contribuindo para melhorar a formação dos discentes, que podem ter um contato maior com conceitos vistos em disciplinas teóricas como de microcontroladores, automação e supervisão de processos e sensores industriais (BRUM et. al., 2017).

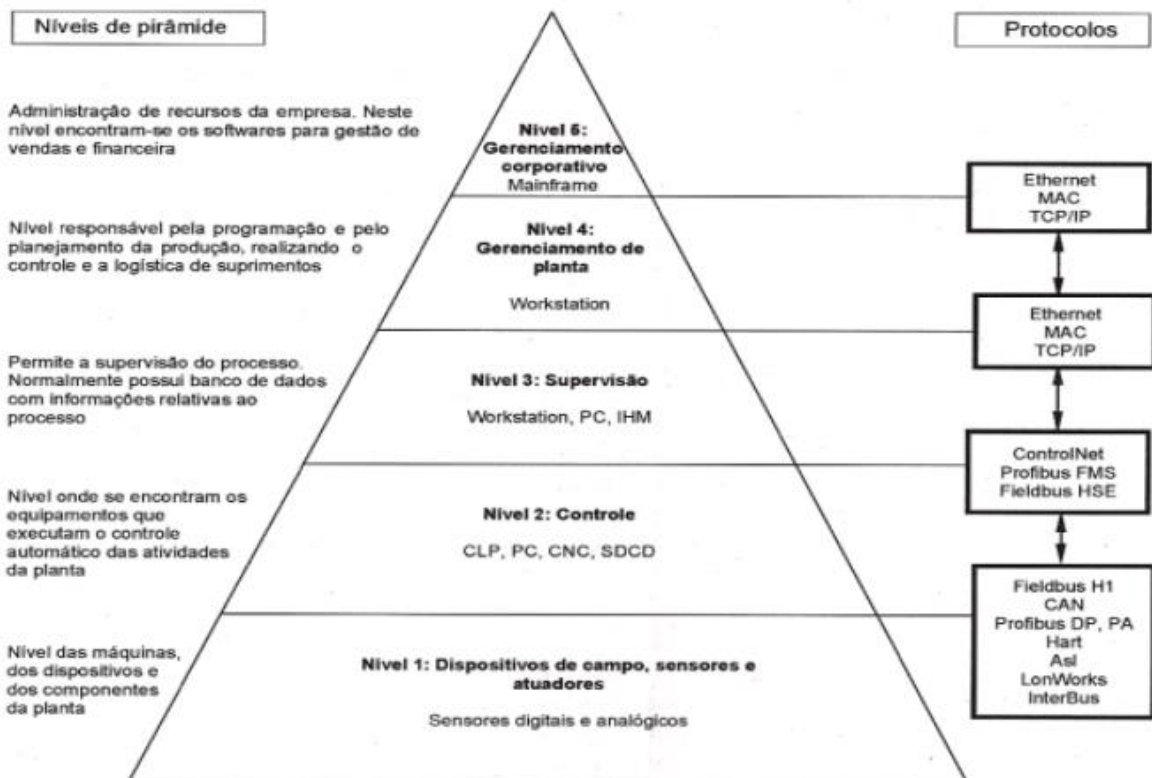
Assim, baseado no custo benefício da plataforma Arduino, que permite a prototipagem rápida de sistemas microcontrolados e supervisório SCADA, que permite o monitoramento do processo, o objetivo deste trabalho é averiguar a possibilidade de representação de um sistema automático de seleção de peças por cores em pequena escala utilizando estas ferramentas, utilizando balas de chocolate revestidas de diferentes cores representando peças de um processo da indústria alimentícia.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Hierarquia da automação

A automação em uma empresa pode ser dividida em diferentes níveis hierárquicos dependendo do grau de abrangência dos dispositivos envolvidos, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Pirâmide da automação.



Fonte: Moraes e Castrucci (2007).

Nas subseções seguintes, são descritos os dispositivos dos níveis 1 e 2 da hierarquia da automação escolhidos para compor o sistema automático de detecção de cores de peças a serem selecionadas (balas de chocolate revestidas de diferentes cores) que consistem em um elemento sensor do tipo TCS230 para fazer a detecção da cor, um elemento atuador consistindo em um servomotor de corrente contínua para direcionar as balas a seus reservatórios

específicos, dispositivos LEDs (Diodos emissores de luz) para fornecer indicação luminosa da detecção das cores, além de elementos LDR (resistores dependentes de luz) para detectar a ligação dos LEDs, e um sensor de temperatura do tipo termistor para obtenção da temperatura ambiente, devido alguns processos necessitarem de monitoramento de temperatura, além da descrição da plataforma de prototipagem Arduino utilizada para automatizar o sistema.

2.2 Nível 1 – Sensores e Atuadores

De acordo com Rosário (2005), um sensor pode ser definido com um transdutor que altera a sua característica física interna devido a um fenômeno físico externo (presença ou não de luz, som, gás, campo elétrico, campo magnético, entre outros).

Os sensores fornecem os dados de entrada para os sistemas de controle e têm diferentes formatos. Os sensores discretos indicam a ausência ou presença de um objeto, ou a posição de um atuador, enquanto os sensores analógicos são usados para detectar uma pressão, uma posição ou muitos outros fenômenos físicos que podem ser descritos numericamente. (LAMP, 2015).

Segundo Pazos (2002), o sensor é a parte sensitiva do transdutor, que se completa em muitos casos com um circuito eletrônico para a geração desse sinal elétrico que depende do nível de energia.

Quanto aos atuadores, são dispositivos que convertem um sinal de comando do controlador em um parâmetro físico. Essa mudança normalmente é mecânica, tal como uma alteração de posição ou velocidade. Um atuador é um transdutor, visto que transforma um tipo de quantidade física, como uma corrente elétrica, em outro tipo de quantidade física, como uma velocidade de rotação, como exemplo, um motor elétrico. O sinal de comando do controlador costuma ser de baixo nível e, portanto, um atuador pode demandar também um amplificador que aumente o sinal até que ele seja capaz de acionar o atuador. (GROOVER, 2011).

Existem diversas classificações de atuadores, sendo a mais usual aquela que os distingue segundo a fonte de energia consumida. Assim, os atuadores mais utilizados em robótica se dividem em hidráulicos, pneumáticos e elétricos. Os atuadores hidráulicos se caracterizam por ter como fonte de energia o deslocamento de líquido por dentro de um duto de entrada com uma pressão adequada, os atuadores elétricos utilizam energia elétrica para seu funcionamento, os atuadores pneumáticos têm como fonte de energia um gás pressurizado, geralmente ar comprimido. (PAZOS, 2002).

2.2.1 Sensor de detecção de cores

De acordo com Lamp (2015) as cores refletem diferentes materiais coloridos com variadas intensidades. Com isso, essa reflexão pode ser usada para amostrar a quantidade de luz de retorno de um receptor e determinar a cor. Com a análise das combinações de cores vermelho, verde e azul pode ser usado para determinar as tonalidades com diferentes propriedades de cores.

Os sensores comumente possuem o funcionamento com a emissão de uma luz branca, que ao atingir determinada superfície é retornada através de reflexão. Assim, o sensor ao receber o reflexo gera o padrão RGB (*Red, Blue and Green*).

Para melhor precisão na determinação da cor são usados um CCD (*Charge-Coupled Device*) que captura uma região colorida. Os CCDs são sensíveis a cores, pois reagem a fótons, o filtro é colocado sobre o CCD. Eles também são usados para criar imagens em preto e branco, podendo ser convertidas em escala para medidas de intensidade. (LAMP, 2015).

O sensor TCS230, Figura 2, é um módulo que converte a cor da luz em frequência. O módulo tem como princípio filtrar os dados RGB (Vermelho, Verde e Azul) da fonte de luz e transformar em uma onda quadrada (50% de ciclo de trabalho ou *duty cycle*) que significa que em uma onda metade do período está em nível alto e outra metade em nível baixo.

Figura 2 – Sensor detector de cores TCS32.



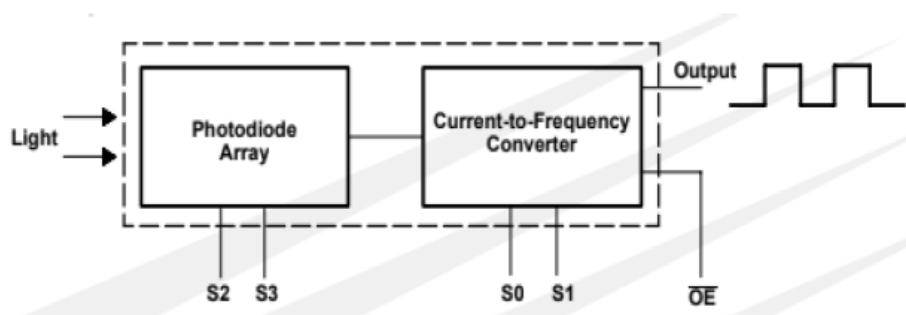
Fonte: Silveira (2014).

Esse sensor é programado para fazer a leitura de um tipo de cor, a saída é comutada caso a cor seja detectada. As características do módulo TSC230 são:

- Alta resolução para conversão de intensidade de luz para frequência
- Frequência de saída programável
- Comunica-se diretamente com um microcontrolador
- Tensão de operação: 2,7V a 5,5V
- Margem de erro típica: 0,2% a 50kHz
- Coeficiente de temperatura estável: 200 ppm/°C

O sensor baseia-se em uma matriz 8x8 de fotodiodos em combinação com um inversor de corrente. Ao todo são 64 fotodiodos divididos entre vermelho, verde, azul e 16 fotodiodos não possuem filtros. Na figura 3 é apresentado o diagrama de blocos do sensor contendo à esquerda a matriz de fotodiodos e à direita o conversor de corrente para frequência do sensor.

Figura 3 – Diagrama de blocos do sensor TCS320.



Fonte: Lumenology (2003).

Através da matriz e seus respectivos filtros podemos fazer a identificação das cores primárias RGB do módulo sensor fazendo leitura das saídas das frequências para cada um dos filtros que possuem diferença de cor e aproximar com o código RGB dos objetos, de acordo com a tabela 1.

Tabela 1 – Seleção de filtros e escalas de frequência, em que os parâmetros S0 a S3 são os pinos do sensor, conforme visualizados na Figura 1, e as letras H e L representam níveis lógicos alto e baixo, respectivamente..

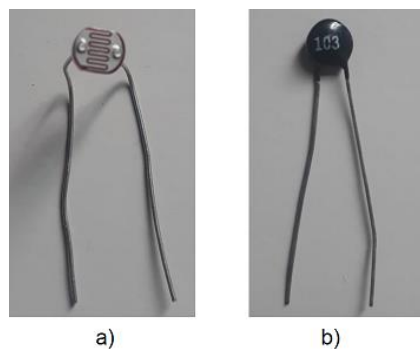
S0	S1	Frequency scaling (f ₀)	S0	S1	Tipo de Fotodiodo
L	L	Power down	L	L	Vermelho
L	H	2%	L	H	Azul
H	L	20%	H	L	Clear (sem filtro)
H	H	100%	H	H	Verde

Fonte: Lumenology, 2003.

2.2.2 Fotoresistor LDR e Sensor de temperatura

O sensor de luz LDR (Light Dependent Resistor), conforme visto na figura 4 a) é um componente cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz. Com a presença de mais luminosidade, menor a sua resistência. O LDR, assim como um resistor comum, não possui polarização. Na ausência de luz a resistência do dispositivo permanece em torno de 1M Ω e na presença de luz permanece entre os valores de 10 Ω à 20K Ω .

Figura 4 a) Exemplo de fotoresistor LDR. b) Termistor do tipo NTC.



Fonte: Autores (2020).

Além deste sensor, foi planejado para o sistema o monitoramento de temperatura ambiente através de um termistor, que é um dispositivo

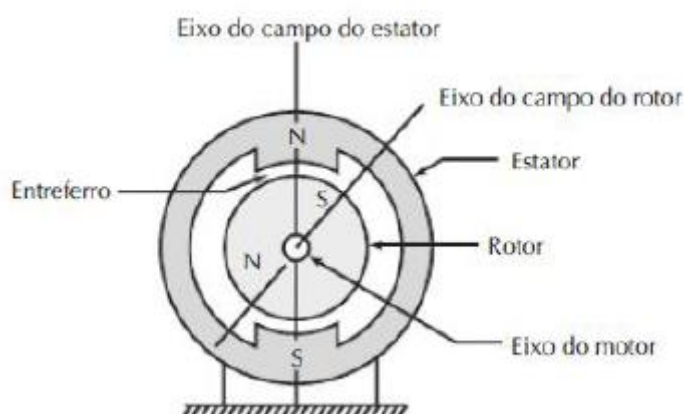
semicondutor que possui resistência variável com a temperatura. Foi escolhido adicionar este componente ao projeto devido diversos processos industriais utilizarem da medição de temperatura para acompanhamento de processos, como por exemplo na indústria alimentícia e química. Um tipo de termistor de coeficiente de temperatura negativo (Resistência diminui com o aumento da temperatura – Termistor NTC) pode ser visualizado na figura 4 b).

2.2.4 Motores e servomotores

Para Pazos (2002), os motores são dispositivos que transformam algum tipo de energia em energia mecânica. Essa energia mecânica é desenvolvida através da rotação de um eixo que gira com uma determinada velocidade e torque; a rotação desse eixo fornece movimento à planta ou a alguma das suas partes.

Na automação e no controle industrial existem três tipos de motores, são eles: motor CC (corrente contínua) que é alimentado por corrente e tensão contínua; motor CA (corrente alternada) que opera com corrente alternada e o motor de passo, que fornece deslocamento em ângulos de forma discreta, isto é, pulsos elétricos. Um exemplo de motor elétrico é apresentado na figura 5.

Figura 5 – Elementos de um motor elétrico.



Fonte: Grover (2011).

Existem outros tipos de atuadores elétricos diferentes dos motores, como os relés eletromecânicos e os solenoides, que segundo Groover (2011) um solenoide é formado por um pistão móvel dentro de uma bobina de fios estacionaria. Assim que uma corrente é aplicada sobre sob a bonina, o pistão é atraído para os fios. Quando a corrente é interrompida uma mola retorna o pistão.

Os servomotores, por sua vez, não constituem em si mesmos um tipo diferente de motor, mas eles serão tratados em forma particular por constituírem uma das configurações mais utilizadas em robótica. Trata-se de um motor, em geral de corrente contínua, com um sensor de posição ou de velocidade que permite ao controlador conhecer essas grandezas físicas e assim controlá-las. (PAZOS, 2002).

Os servomotores possuem acionamentos que fornecem velocidade, torque e controle de posição. Para estabelecer a posição de referência são utilizados interruptores de início, conhecidos como fim de curso, isso para prevenir danos ao servomecanismo. (LAMP, 2015). Um exemplo de servo motor pode ser visto na figura 6.

Figura 6 – Micro servomotor.



Fonte: Autores (2020).

Pazos (2002) define o funcionamento dos servomotores consistente em um controlador e um comparador, em que o controlador principal do sistema envia então, em malha aberta, o sinal de referência, que pode se referir à posição ou à velocidade desejada dependendo do tipo de servo. O comparador subtrai o

sinal do sensor, que é a resposta do motor, dando o sinal de erro, o qual é amplificado e o motor é alimentado com ele.

2.3 Nível 2 – Dispositivos de controle

2.3.1 Plataforma Arduino

Arduino, conforme figura 7, é uma plataforma de prototipagem de hardware livre que possui um microcontrolador, através de seus sensores pode sentir o estado do ambiente ao seu redor e pode interagir com os seus arredores, fazendo o controle de luzes, motores e outros atuadores. A plataforma do Arduino é formada por dois componentes principais: Hardware e Software.

Figura 7 – Arduino Uno.



Fonte: Autores (2020).

O hardware é composto por uma placa de prototipagem na qual são construídos os projetos. O software é uma IDE, que é executado em um computador onde é feita a programação, conhecida como sketch, na qual será feita upload para a placa de prototipagem Arduino, através de uma comunicação serial. O sketch feito pelo projetista dirá à placa o que deve ser executado durante o seu funcionamento.

O Arduino UNO consiste de um microcontrolador ATMEL ATMEGA328 de 8 bits 16MHz, 32kB de memória flash, 1kB de memória EEPROM e 2kB de RAM. O Arduino possui a IDE como software de programação, a mesma permite a criação de sketches para os microcontroladores. Depois que a escrita do código

Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.7, n.1, p. 389-01, 389-21, 2022.

DOI: 10.21575/25254782rmetg2022vol7n11459.

é finalizada, com o botão upload da IDE o código escrito é traduzido para a linguagem C e em seguida é transmitido para o compilador realizar a tradução para que a microcontrolador entenda e realize as atividades.

O Arduino possui linguagem de programação C/C++. A linguagem C é conhecida por ser de baixo nível, pois trata-se de uma linguagem próxima a dos microcontroladores e processadores. Nela temos que programar os registradores em bits, fazer a manipulação da memória e posteriormente executar as instruções do processador. Já a C++ é uma linguagem de alto nível, pois seu nível de abstração é maior. Ela apresenta a linguagem mais próxima com a linguagem humana do que a dos computadores. Nessa linguagem não fazemos a manipulação de memórias, tudo acontece através de bibliotecas que o software deixa mais clara a linguagem para o programador.

2.3.2 Supervisório SCADA

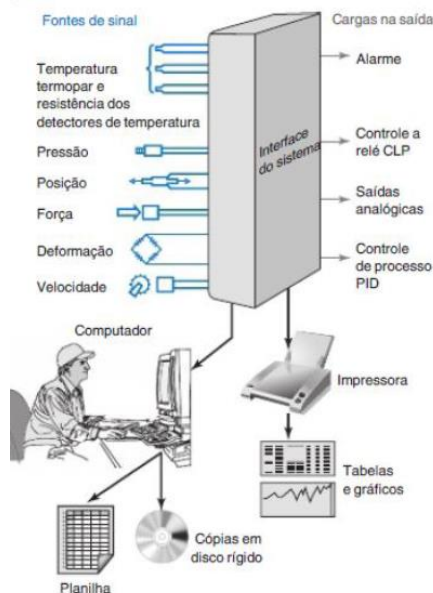
Para Ribeiro (2001), a aquisição de dados se trata da coleta de informações com objetivo de armazenar dados e posteriormente realizar análises, como controle e monitoração do processo. Em indústrias, a aquisição dos dados deve ser em tempo real, o sistema deve realizar a coleta de dados dentro de uma janela razoável de tempo.

A plataforma SCADA (Supervisory Control And Data Aquisition) de operação possui um microcomputador, rodando um programa aplicativo, conforme figura 8. Com as configurações de telas, o operador pode selecionar visões diferentes do processo, desde uma malha isolada até o processo completo. A tela do supervisório substitui os painéis convencionais, que apresentam instrumentos de displays, botoeiras, etc. (RIBEIRO, 2001).

O propósito de um sistema SCADA é arquivar e compartilhar dados. Tais dados podem ser coletados com base em eventos ou de forma periódica. Possui arquitetura de sistema de controle usada por computadores e que usamos para comunicações de dados em rede e interfaces para gerenciamento de processos, utilizando outros periféricos como controladores lógicos programáveis (CLP) e controladores PID para interagir com a planta ou qualquer outro processo. O

principal atributo de um sistema SCADA é sua capacidade de executar uma operação de supervisão em vários outros dispositivos proprietários.

Figura 8 – Integração com supervisor para controle e aquisição de dados.



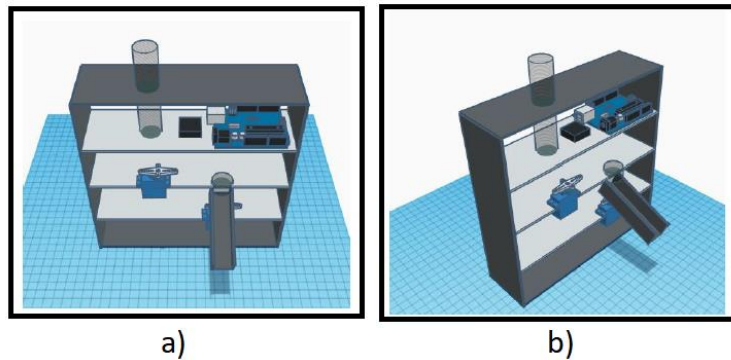
Fonte: Petruzella (2014).

Os sistemas que fazem utilização do SCADA possuem um processador central que reúne todos os dados coletados pela RTUs (Remote Terminal Units) e realiza o processamento, através de grandes distâncias. A grande vantagem dos sistemas que fazem a utilização do SCADA é que os dados são armazenados de forma automática, sendo possível fazer análise posteriormente, sem erros ou trabalhos adicionais. Todas as medições feitas sob o controle de processo são facilmente obtidas e não há limitações mecânicas para velocidade de medição. (PETRUZELLA, 2014).

2.4 Descrição do sistema

Como este trabalho tem como objetivo separar peças por cor, foi desenvolvido um protótipo foi com a adaptação de HowtoMechatronics (2019). Nas figuras 9 a) e b) tem-se o a estrutura do projeto, desenvolvido com o auxílio da plataforma TinkerCad.

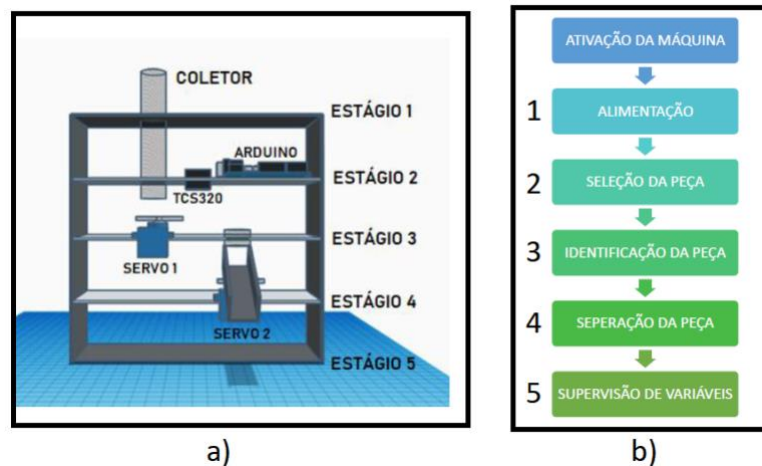
Figura 9 a) Vista frontal superior do sistema de seleção. b) Vista frontal lateral do sistema de seleção.



Fonte: Autores (2020).

Para detalhamento o processo foi dividido em 5 estágios, figura 10 a). Cada um possui uma etapa no processo, como mostrado em diagrama na figura 10 b).

Figura 10 a) Descrição do sistema, dividido em 5 estágios. b) Representação da função de cada estágio, a partir da ativação do sistema.



Fonte: Autores (2020).

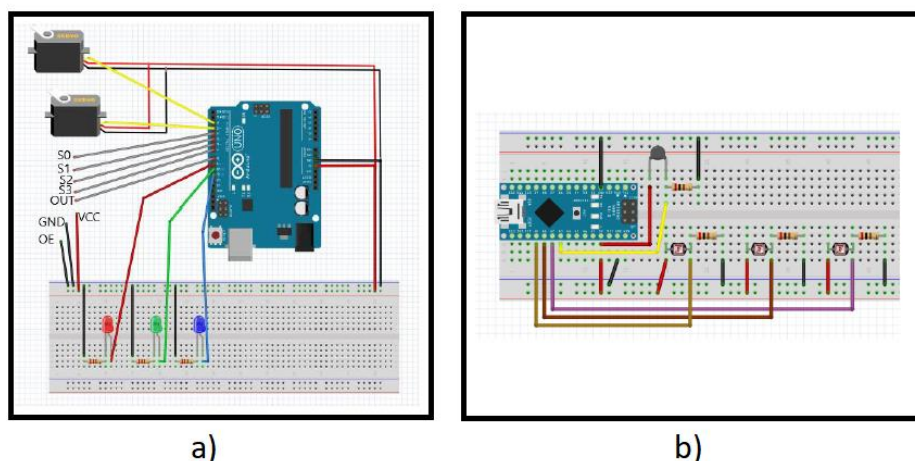
Para um sistema de automação as empresas optam por utilização de CLP por serem equipamentos eletrônicos digitais que possuem hardware e software compatíveis com as aplicações industriais. Devido a indisponibilidade do

controlador lógico programável e dimensão do projeto, foi utilizado o microcontrolador Arduino Uno e Nano.

O estágio 1 está no topo do processo, se encontra o coletor de peças. É um tubo que recebe as peças coloridas e leva até o primeiro servomotor. No estágio 2 encontra-se o sensor de identificação de cores, TCS320. O estágio 3 é o que realiza uma das principais etapas do processo. Assim que o coletor entrega as peças coloridas ao servo 1 ele faz a recepção unitária e a leva até o sensor de cor, aguarda um tempo para a detecção da cor e em seguida a dispensa para o estágio 4, nesse estágio está o servo 2, responsável pela divisão das peças de acordo com a detecção pelo sensor no estágio 2. Para finalizar a etapa, no estágio 5 está a base do projeto, em que estão os recipientes para coleta de peças.

O Arduino é o responsável pela automação do projeto, o mesmo possui um microcontrolador em seu interior, sendo viável para dimensão do projeto por tratar-se de um sistema em pequena escala. É do Arduino que partem os comandos para os sensores e atuadores, e o início para comunicação com o sistema supervisor SCADA, através de bibliotecas e drives de comunicação MODBUS. Os circuitos são apresentados nas Figuras 11 a) e b).

Figura 11 a) Acionamento dos servomotores e LEDs indicando as cores detectadas com Arduino Uno. b) Circuito de detecção de temperatura e LDRs para verificação do estado dos LEDs com Arduino Nano.



Fonte: Autores (2020).

A utilização do Arduino nano da figura 11 b) se deu pelo motivo de ter a um Arduino dedicado apenas a realizar coleta de dados (através dos LDRs e sensor de temperatura), em virtude a posteriormente ser possível fazer modificações no projeto, adicionando outras medidas (por conta do número de entradas ou saídas digitais e analógicas do Arduino uno). O sistema foi então construído utilizando partes de madeira, podendo ser visualizado na Figura 12.

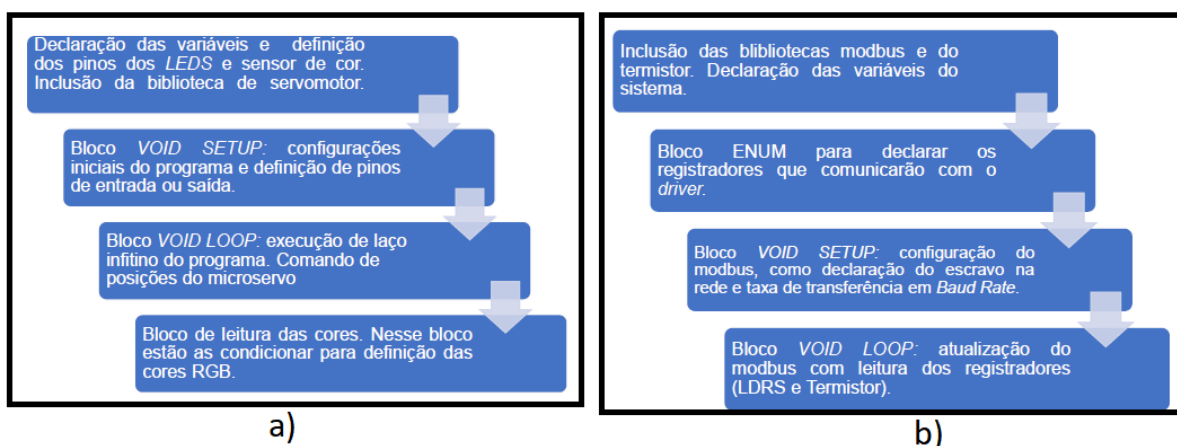
Figura 12 – Sistema de seleção de peças por cores construído.



Fonte: Autores (2020).

A figura 13 a) e b) resume o programa desenvolvido no ambiente de desenvolvimento do Arduino, cada etapa do programa.

Figura 13 a) Sequência de passos do programa do Arduino Uno. b) Sequência de passos do Arduino Nano.



Fonte: Autores (2020).

2.5 Supervisório SCADA

O software utilizado para comunicação foi o Elipse SCADA através do driver modbus.dll disponível na plataforma da Elipse para download. Foram realizados os seguintes passos:

1. Inclusão do driver para comunicação com o sistema. Na configuração tem-se as formas de comunicação, RTU, ASCII ou TCP. Neste trabalho foi utilizada a comunicação RTU e a taxa de *baud rate* de 9600. O *baud rate* é o número de vezes em um segundo que um sinal em um canal de comunicação muda.

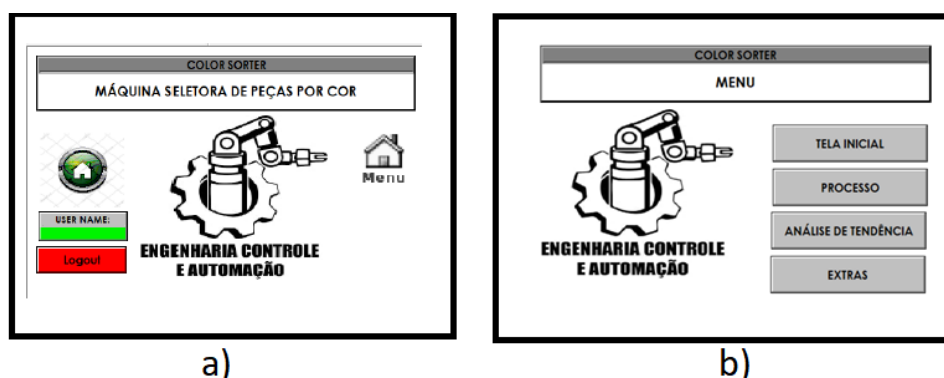
2. Criação de tags para os registradores para o trabalho foram utilizadas as tags tipo PLC (cria uma variável conectada a um ambiente externo).

3. Criação das telas para navegação e inclusão de usuário para acessar o sistema, podendo ser escolhidos logins com senhas de acesso. A última opção em organizer é para criar usuários.

4. Inclusão das ferramentas para supervisionar o processo, podendo conter displays, gráficos, botões, alarmes, set points, dentre outras funcionalidades que o SCADA permite.

A figura 14 a) apresenta a tela principal do supervisório desenvolvido, onde o usuário entra com o seu nome e a senha cadastrada, e a figura 14 b) Tela de menu do supervisório com as diferentes opções para acesso do usuário autorizado.

Figura 14 a) Tela principal do supervisório. b) Tela de Menu com diferentes opções de ação pelo usuário.



Fonte: Autores (2020).

Como solução de acompanhar a detecção e analisar o processo, foram implementados os leds para indicar os acionamentos do sensor RGB. Assim que o sensor detecta a peça de determinada cor, um LED seria acendido da cor correspondente.

O intuito inicial era o de obter diretamente os valores correspondentes do sensor de cor no software de supervisão, porém devido a erros de comunicação entre o Arduino e o supervisório SCADA, tomou-se como solução indicar a cor lida através de um LED e então obter o estado do LED por meio de um LDR. Além disto, foi adicionada a leitura do Termistor, para medição de temperatura. Além disto, foram adicionados contadores, para fazer a contagem de peças de cada cor. A figura 15 a) apresenta a tela do menu processo do supervisório. Foi também desenvolvida uma tela para análise gráfica de tendência, figura 15 b), apenas como demonstração de variáveis e tags que podem ser implementadas no sistema para visualização ao longo do tempo.

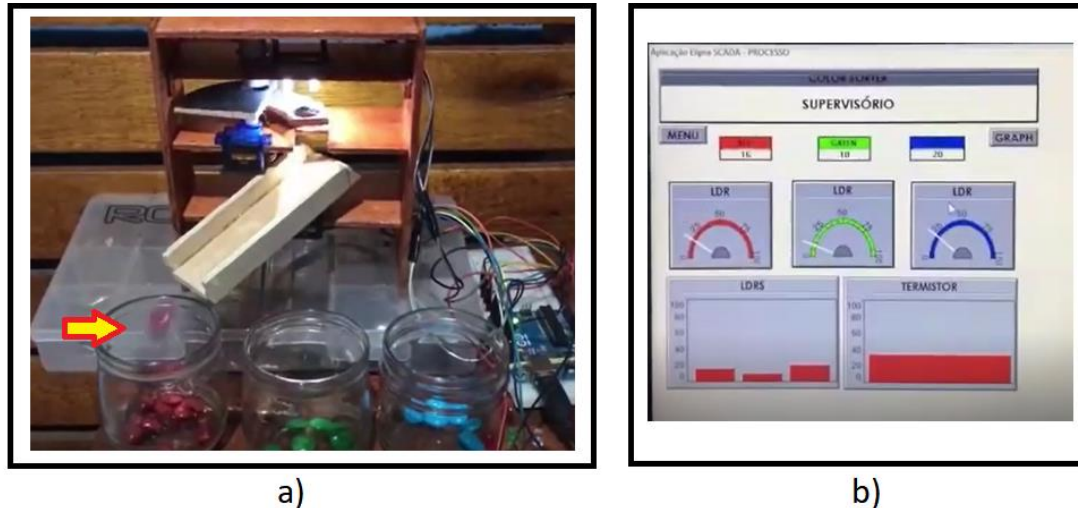
Figura 15 a) Tela de supervisão de processos. b) Tela para análise de tendência.



Fonte: Autores (2020).

Para ilustrar o funcionamento do sistema, a figura 16 a) apresenta o sistema de seleção fazendo a seleção de uma peça de cor vermelha, e a figura 16 b) apresenta a tela de supervisão.

Figura 16 a) Sistema de seleção de peças, a seta em amarelo indica uma peça vermelha caindo em seu reservatório respectivo, ao lado de dois reservatórios para as cores verde e azul. b) Tela do supervisório, mostrando a contagem de peças e o estado dos LDRs e Termistor.



a)

b)

Fonte: Autores (2020).

Apesar do erro de comunicação do supervisório SCADA com o Arduino na aquisição das informações diretos do sensor de cor, foi possível com a modificação para o uso de LDRs obter as informações do sistema no software supervisório, porém devido ao problema de comunicação, para trabalhos futuros com o mesmo sistema, como por exemplo para adicionar itens como alarmes, recomenda-se o uso de outras plataformas para desenvolvimento do sistema supervisório, visto que o Arduino não é um sistema de uso industrial.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de seleção de peças por cores automáticos são importantes elementos de diversos tipos de indústria, possibilitando aumentar a qualidade do produto final em um determinado processo produtivo. Com a supervisão através de supervisório SCADA tem-se a possibilidade de acompanhar os processos de forma remota, em que o operador não precisa estar diretamente inserido na linha de produção, o mesmo pode gerenciar os processos através de telas supervisórias e assim contribuir na tomada decisões.

Devidos a problemas com comunicação entre o sensor de cor e driver para comunicação com o supervisor neste trabalho, foram necessários realizar ajustes no trabalho para se obter resultados e cumprir o objetivo de simular uma linha de produção em pequena escala para separação de peças coloridas e supervisão através do Eclipse SCADA. Como solução, foi implementado um sistema de indicação de campo, que são os LEDs, realizando os acionamentos conforme se detecta a peça dentro dos parâmetros vermelho, verde ou azul. Para supervisionar as várias do trabalho, foram implementados sensores LDRS e um termistor, atendendo aos requisitos de projeto.

O sistema de supervisão Eclipse SCADA é uma ferramenta para aplicações industriais, o que dificultou a comunicação com o microcontrolador Arduino, por ser um eletrônico com aplicações limitadas. Apesar disto, foi possível demonstrar em pequena escala um processo de aplicações industriais, que pode ser expandido para futuros trabalhos, como por exemplo, pode servir como base para um módulo didático de ensino de automação, com a adição de um sistema de alarmes contra incêndio (sensor de fumaça), detecção de peças de cores diferentes das cores padrão acrescentando um mecanismo de descarte de peças defeituosas, monitoramento através de aplicativo de dispositivo móvel através de comunicação via bluetooth ou internet, além do controle de acesso ao processo através de cartão de identificação. Estas modificações podem servir de tarefas para os discentes de cursos de graduação ou cursos técnicos possam intervir no processo e propor melhoras, colocando em prática diversos conceitos estudados em disciplinas teóricas contribuindo para melhor a formação discente.

REFERÊNCIAS

BRUM, K. F., PURCIDONIO, P.M., FERREIRA, M. L. A. **Aprendizagem ativa no ensino de engenharia de métodos: Uma experiência no CEFET/RJ.** Produção Online. Florianópolis, S.C., v. 17, n. 5, p. 957-074, 2017.

GROOVER, M. P. **Automação industrial e sistemas de manufatura.** 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice, 2011.

HOWTOMECHATRONICS, **Color Sorter**. Disponível em: <https://howtomechatronics.com/projects/arduino-color-sorter-project/>. Acesso em 01 de junho de 2019.

LAMP, F. **Automação Industrial na Prática**. 1 ed. Porto Alegre: AMGH, 2015.

MORAES; CASTRUCCI. **Engenharia de Automação Industrial**. 2 ed. LTC, 2007.

PAZOS, F. **Automação de sistemas e robótica**. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2002.

PETRUZELLA, F. D. **Controladores Lógicos Programáveis**. 4 ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

RIBEIRO, M. A. **Automação Industrial**. Salvador: Tek Treinamento & Consultoria, 2001.

ROSÁRIO, J. M. **Princípios da mecatrônica**. São Paulo: Pearson Prentice, 2005.

SILVEIRA, P. **Biblioteca no Arduino para o sensor de cor TCS320 e TCS3200**. Documento online. Disponível em <https://imasters.com.br/iot-makers/biblioteca-arduino-para-o-sensor-de-cor-tcs320-e-tcs3200>. 2014.

TAOS LUMENOLOGY. **Datasheet: TCS230 PROGRAMMABLE COLOR LIGHT TO FREQUENCY CONVERTER**. 2003.

Enviado em: 31 out. 2020.

Aceito em: 23 mai. 2022.

Editora responsável: Bianca Neves Machado