



GUILHERME PRETÉ AMBRUSTER

**A UTILIZAÇÃO DOS CONTROLADORES PROPORCIONAL
INTEGRAL DERIVATIVO NA AUTOMAÇÃO INDÚSTRIAL**

LIMEIRA
2019

GUILHERME PRETÉ AMBRUSTER

**A UTILIZAÇÃO DOS CONTROLADORES PROPORCIONAL
INTEGRAL DERIVATIVO NA AUTOMAÇÃO INDÚSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera de Limeira como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Eduardo Grilo

Limeira
2019

GUILHERME PRETÉ AMBRUSTER

A UTILIZAÇÃO DOS CONTROLADORES PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO NA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Anhanguera de Limeira, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia de controle e automação.

BANCA EXAMINADORA

Professor Carlos Rafael Duarte do Páteo

Professor Léo Parizotto

Professora Mariela Mezalira

Limeira, 11 de dezembro de 2019

Dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais Nilton e Aderli, a minha noiva Nathany que me sempre me motivaram e incentivaram a nunca desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ser o meu sustento e pela oportunidade vivida até aqui, e em especial nesses anos de graduação por sempre iluminar meu caminho;

Agradeço aos meus familiares, em especial aos meus pais e minha noiva que me apoiaram durante esses anos de graduação, pois, não mediram esforços para me ajudar; foram minha fortaleza em todo o tempo;

Agradeço aos meus amigos que vivenciaram lutas e vitórias comigo, pela diversão e pelo companheirismo que tanto me ajudaram;

Agradeço a Faculdade Anhanguera de Limeira, em especial aos docentes do Curso de Engenharia de Controle de Automação, pelas oportunidades que vivenciei, e por todo conhecimento transmitido, contribuindo para minha formação profissional e pessoal. As experiências vividas juntamente com as pessoas que pude compartilhar conhecimentos foram fundamentais para minha formação profissional, a vocês meu carinho e minha gratidão.

AMBRUSTER, Guilherme Preté. **A utilização dos controladores proporcional, integral, derivativo na Automação Industrial**. 2019. 29 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle de Automação) - Faculdade Anhanguera Limeira, Limeira, 2019.

RESUMO

Os sistemas de automação tornaram os meios de produções mais eficientes. As funções executadas passaram a operar os meios produtivos como linha de montagem, verificação, modos de gerenciamento de materiais, e na grande maioria, as tarefas passaram a ser realizadas mediante ao mesmo sistema. Com base em estudos de autores que contribuíram para que os processos industriais fossem colocados em prática que o contexto histórico passa a ser compreendido. Contudo, é relevante enfatizar que a automação é um marco para o setor industrial por tornar os modos de produção eficientes. Portanto, se faz necessário entender como esse processo foi sendo aprimorado ao longo dos anos, para que assim as indústrias pudessem competir com maior vantagem no mercado competitivo. Com os avanços tecnológicos os meios de produção passaram a ser monitorados sem que fosse necessária a presença física humana. Sendo assim, a IOT (Internet das Coisas) passou a integrar os meios de produção. Desta forma, é possível o controle dos processos produtivos, bem como obter informações quando a produção apresenta alguma falha mediante ao sistema, sendo assim, os erros são corrigidos sem que haja a necessidade da produção ser interrompida de modo que venha prejudicar andamento da empresa. Os meios de produção passaram a ser mais eficientes atribuindo qualidade aos produtos e atendendo o consumidor final que é o cliente.

Palavras-chave: Indústria; Produção; Automação; PID.

AMBRUSTER, Guilherme Preté. **The use of proportional, integral, derivative controllers in industrial automation.** 2019. 29 pages. Course Conclusion Paper (Graduation in Automation Control Engineering) - College Anhanguera, Limeira, 2019.

ABSTRACT

Automation systems have made the means of production more efficient. The functions performed began to operate the productive means such as assembly line, verification, material management modes, and in the vast majority, the tasks were performed by the same system. It is based on studies by authors that contributed to the industrial processes being put into practice that the historical context comes to be understood. However, it is relevant to emphasize that automation is a milestone for the industrial sector by making modes of production efficient. Therefore, it is necessary to understand how this process has been improved over the years, so that industries could compete with greater advantage in the competitive market. With technological advances, the means of production began to be monitored without the need for human physical presence. Thus, IOT (Internet of Things) became part of the means of production. Thus, it is possible to control the production processes, as well as obtain information when the production has some failure through the system, thus, the errors are corrected without the need for production to be interrupted so that it may hinder the company's progress. The means of production have become more efficient by assigning quality to products and serving the end consumer who is the customer.

Keywords: Industry; Production; Automation; PID.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	11
2.1 SURGIMENTO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	13
3. A FUNÇÃO DOS CONTROLADORES PID NOS PROCESSOS INDÚSTRIAS..	16
3.1 MODOS PROPORCIONAL, INTEGRAL E DERIVATIVO.....	18
4. A EVOLUÇÃO DA IOT PARA ATENDER OS CONTROLADORES PID.....	20
4.1 A IOT E OS PROCESSOS INDUSTRIAIS.....	23
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho explorou o funcionamento dos controladores Proporcional Integral e Derivativo, presentes na automação industrial, e a rede chamada de IOT (Internet das coisas) que conecta todos os equipamentos conectados a rede dentro das indústrias, além de coletar e trazer dados e informações. Os controladores PID são utilizados em grande escala nas empresas, para controle e parametrização dos processos.

Sendo assim, o tema abordado enfatiza a evolução da automação, que teve grande ascensão e trouxe novidades e facilidades para os usuários e adeptos. É de grande relevância que aja estudos e pesquisas sobre este tema, pois, as informações são necessárias no processo de produção e aplicação, seja em uma indústria, para uso residencial ou outras utilizações.

Dentre os problemas encontrados nas indústrias a incompatibilidade, a falta de comunicação e até mesmo erros que muitas vezes dificultam seu funcionamento são fatores da tecnologia que engloba os controladores, redes, servidores e supervisores que estão por trás de um bom funcionamento da IOT. Como justificativa para a revisão literária se tem a necessidade da busca de estratégias que visam melhorias nos sistemas conectados ao PID da indústria.

O problema de pesquisa foi conduzido pela justificativa de que a indústria 4.0 está cada vez mais presente nos setores industriais, os quais são beneficiados por essa tecnologia em diversos sentidos, seja por rapidez nos processos produtivos, melhora nos processos de qualidade, redução de perdas entre outros. Com alguns problemas de utilização dos controladores PID, esses processos podem não atender as expectativas.

Como objetivo geral, será apresentado a utilização dos controladores PID na automação industrial. Para estudo desse tema foram desenvolvidos objetivos específicos; Como 1º objetivo específico foi introduzido o conceito e evolução da automação industrial. Como 2º objetivo específico, tratou-se da função dos controladores PID nos processos industriais, e no 3º objetivo específico tratou-se sobre a evolução da IOT para atender os controladores PID.

O tipo de pesquisa realizada nesse trabalho foi uma revisão de literatura, na qual foram realizadas consultas a livros, publicações e artigos sobre o assunto. Selecionados através de busca nas seguintes bases de dados de autores como Ribeiro (2001), Caiçara Júnior (2011), Orlickas (2011) entre outros para uma compreensão com a finalidade de proporcionar reflexões para o desenvolvimento eficiente e qualitativo dos processos. As palavras-chave foram: Indústria; Produção; Automação e PID.

2. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A automação pode ser definida como um sistema qualquer baseado em computadores que substitui a mão de obra humana, trazendo assim mais segurança, qualidade e rapidez da produção diminuindo custos, otimizando processos complexos nas indústrias e serviços. Automação Industrial pode ser definida como aquilo que facilita os trabalhos a serem feitos em uma indústria, proporcionando mais agilidade, mais comodidade, e reduzindo os riscos de acidentes, isso sem falar nos custos de produção. Desta forma ela caracteriza-se também em duas categorias que são a automação dos sistemas de produção de fábrica e controle computadorizado dos sistemas de apoio a produção (GROOVE, 2001).

Na antiguidade, conforme menciona Orlickas (2011), as pessoas desenvolviam seus próprios produtos, na maioria das vezes elas trocavam esses produtos mediante a fatura. Os fenícios, por exemplo, foi um dos primeiros a proporcionar o estímulo da produção, desde então essa atividade de bens e serviços foi crescendo com mais força e se desenvolveu.

A evolução dos tempos, fez com que as organizações crescessem tornando complexas em seus modos de produção e serviço e também no volume de empresas atuantes no mesmo segmento. Impulsionou-se assim a competitividade e as reivindicações da sociedade, dessa forma, passou a existirem para suprir as necessidades e os desejos das pessoas. Orlickas (2011), enfatiza que:

O que determina a complexidade de uma organização é sua gestão; assim, elencam-se três tipos de organização: a tradicional e rotineira; focada em atividades mecânicas; a que exerce atividades de maior complexidade, utilizando-se de novas tecnologias e enfatizando as pessoas, motivando-as no trabalho; a de tecnologia de ponta, que atua com grau de interdependência alto, dando ênfase ao grupo focando a abordagem adocrática e contingencial (ORLICKAS, 2011, p.61).

O autor ainda afirma que as empresas são essenciais para a sociedade e que suas realizações nos diversos segmentos industriais, do comércio ou dos serviços, proporcionam a melhoria de vida das pessoas. Em decorrência das mudanças, foram sendo instituídas novas organizações que necessitaram se

adequarem a um novo cenário que passava a exigir organizações com formatos que viessem proporcionar melhores resultados.

Os sistemas integrados as indústrias são os eixos norteadores para que se possa compreender a importância do surgimento da automação. O gerenciamento em sua totalidade, proteção e integração das informações, podem impactar diretamente na tomada de decisões operacionais e estratégicas. Ações como a capacitação de profissionais são fundamentais, pois, dessa forma eles têm condições de apresentar estratégias de solução visando melhorias e inovações como forma de adquirir conhecimentos referentes aos ambientes informatizados e seus respectivos sistemas de informação. Contudo, a formação profissional tem sido um desafio segundo (CAIÇARA JÚNIOR, 2011).

A partir da década de 1990, as organizações passaram a utilizar sistemas de informações modernas. Esse princípio em seu início era uma enorme vantagem competitiva, porém, na atualidade é considerado como uma prática aplicada a rotina diária dos responsáveis pelas decisões a serem tomadas na empresa. São diversos sistemas que com suas diferentes funções traz eficiência a realização das atividades da organização desde o chão de fábrica até a gestão.

O surgimento do Personal Computer caracterizado como PC ou computador pessoal e o acesso às redes de computadores, pelas quais eram permitidos que vários usuários de diferentes lugares pudessem ter acesso às mesmas informações. É de grande relevância enfatizar a importância da qualidade de informação para a organização, pois, a informação adquirida ou processada, são aspectos que refletem na efetividade do processo da tomada de decisões de uma empresa. Desta forma, as informações devem ser comparativas, confiáveis, geradas em tempo hábil e com nível de detalhe adequado.

Com a ascensão da contribuição da tecnologia, novos conceitos são gerados definindo uma nova administração ou readministração. Esse termo caracterizou-se de uma abordagem integral, de forma sistêmica e holística. De certa forma, com uma velocidade foi ganhando espaço. Compreendesse que é uma forma de gerir as organizações contemporâneas, que aspirava por organizações eficientes (produtivas) eficazes (para atingir de forma sistemática e continuada resultados planejados) e efetivas (para levar considerando a responsabilidade pública

cultivando ética em seu desempenho). O termo eficiência associa-se a redução de custos, diminuição dos tempos nas operações, maior produtividade, que permitem a ampliação dos mercados consumidores. Tal idéia foi defendida por Ford, em meados do século XX, ele imaginava que cada norte-americano deveria possuir seu meio de locomoção pessoal, sendo assim, seria necessário que o preço do automóvel fosse reduzido. Para que essa ação pudesse acontecer, o preço de venda deveria diminuir mediante a racionalidade dos meios (eficiência), ou seja, com o aperfeiçoamento da linha de montagem o preço inicial do automóvel se aproximava de mil dólares, reduziu-se para menos de 300 (CARAVANTES; CARAVANTES; KLOECKNER, 2009).

2.1 SURGIMENTO DA AUTOMAÇÃO INDÚSTRIAL

No contexto histórico conceitual da automação industrial, Silveira e Lima (2003), discorrem que não é uma tarefa fácil, pois, para que haja automação industrial, se faz necessário existir indústria, bem como seus processos automáticos, autocontroláveis. Marca-se então, como início da Automação Industrial o século XVIII, isso se deu com a criação inglesa da máquina a vapor, que proporcionou aumento da produção de artigos manufaturados, e estas também foram as décadas da Revolução Industrial.

Contudo, no século seguinte a indústria foi crescendo e tomando forma, novas fontes de energia e a substituição do ferro pelo aço, impulsionaram o desenvolvimento das indústrias na Europa e EUA. Diante desse cenário, nos seguintes anos seguintes, foram criados dispositivos chamados relés, que conseqüentemente tomariam as fábricas. Esses acontecimentos foram intitulados de II Revolução Industrial (SILVEIRA E LIMA, 2003).

No início do século XX, o conceito de indústria já estava bem estabelecido, no entanto as indústrias fabris não desfrutavam de processos de automação num conceito rudimentar. Com a mesma proposta da Revolução Industrial, que eram o aumento de produtividade, de lucro, de qualidade, etc; surgiram nos industriais daquela época, e novos conceitos de produção em escala começaram a ser projetados. O ápice da ascensão da automação foi algo que

surpreendeu muito, a automação nos setores industriais, é tratada como algo genérico e a indústria metal-mecânica, que é responsável pela revolução da nova tecnologia, sendo relevante na nova automação.

Por razões históricas e teóricas. Essa indústria forneceu a Marx segundo o autor uma visão da forma de ajustamento dos processos de trabalho às necessidades do capital. A utilização da informação vem a ser um fator relevante quanto a sua caracterização como recurso. Ela permite que a organização adquira vantagem competitiva com relação a concorrência. Esta ação também possibilita gerar novos negócios. É relevante que a empresa identifique todas as informações (internas e externas) que circunda a sua atividade (CAIÇARA JÚNIOR 2011).

Partindo do princípio que o mundo atravessa, sendo ele um fluxo alucinante de informações, tem-se a necessidade que organizações públicas e privadas, possam desenvolver em seu ambiente interno e externo, a dinamicidade que proporciona a troca e dados eficientes, com o intuito de reduzir perdas de recursos e tempo.

De acordo com Carvalho Júnior (2011), as últimas décadas do século XX, a sociedade sofreu transformações relevantes. Desta forma, muitas organizações, de modo peculiar as indústrias, passaram a conviver com as pressões de investidores, e de consumidores e de empregados. A automação industrial está cada vez mais presente principalmente nos ambientes fabris, os quais são beneficiados por essa tecnologia em diversos sentidos, seja por rapidez nos processos produtivos, melhora nos processos de qualidade, redução de perdas entre outros (CARVALHO JÚNIOR, 2011).

Muitas empresas operam e executam as diversas funções existentes na organização sem apoiar-se aos recursos tecnológicos. Sem a automação presente nas indústrias, os processos seriam totalmente manuais, o que aumenta o tempo de produção. As indústrias têm optado por implantar tecnologias como a internet das coisas e os controladores PID, já que são tecnologias necessárias na automação industrial atual. Ribeiro (2001) ressalta que a automação é a transferência de trabalho físico do homem por uma máquina onde a operação é automática, com necessidade mínima do operador. São mecanismos de atuação própria em um

determinado tempo e em certas condições que foram pré-determinadas anteriormente, no processo de programação da lógica do programa de automação.

De acordo com Rosário (2005), o desenvolvimento de sistemas digital conta com a busca de uma solução que se encaixe perfeitamente entre a estrutura mecânica, os sensores, responsáveis por captação de entradas e os atuadores pneumáticos, hidráulicos, ou elétricos por meio do processamento das informações que é realizado através da Internet das coisas, conhecida como IOT. Dessa forma, o principal objetivo passa a ser a redução de mão de obra humana intermediária e a geração de sistemas e equipamentos para o controle e para execução dos trabalhos.

Este capítulo, buscou explicar o período que novos meios de pensar a organização das empresas foram surgindo, enfatizou-se o contexto histórico com breves relatos da indústria nos primeiros passos dados da automação. Compreendeu-se, que devido ao crescimento das indústrias, os sistemas passaram a facilitar as atividades desenvolvidas tanto nos meios de produção, como nos processos de pessoa referentes a informações, o processamento de dados, enfim os recursos que se inter- relacionam no ambiente interno de uma organização e, conseqüentemente tem seus reflexos no ambiente externo. Todo processo, pelo qual as indústrias passaram e, passam constantemente, visa a qualidade no desenvolvimento de seus produtos, reflete no profissional que diariamente presta o serviço e, no consumidor que adquire o produto. No próximo capítulo serão abordados os controladores PID utilizados para antecipar erros nos sistemas, e sua evolução ao decorrer dos anos no contexto histórico industrial.

3. A FUNÇÃO DOS CONTROLADORES PID NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS

A automação surgiu como meio de tornar os processos industriais eficientes e eficazes. Desta forma, os controladores PID surgiram para que a produção viesse a ser ainda mais qualitativa. Os avanços que ocorreram nas décadas passadas foram significativos para o desenvolvimento dos esquemas de controles avançado. Contudo, o controlador PID básico em suas múltiplas variantes seguem na preferência de muitas aplicações industriais. Muitos fatores estão ligados aos controladores, sendo assim, o desenvolvimento historicamente da essência do controle é relevante, pois, mediante a esse sentido é que relaciona-se todos os controles produzidos pelo homem.

O termo sistema também é utilizado para descrever uma série de componentes que interagem em torno de uma condição limite imaginárias, enfatiza-se que há um interesse particular, das entradas e saídas e na relação entre si. Portanto, um sistema de controle leva esse nome, quando a sua saída é controlada para assumir um valor particular ou seguir uma determinada entrada. Kuo (1985, *apud* Faccin, 2004), cita que o homem é o mais sofisticado e complexo sistema de controle, pois ele é capaz de desempenhar uma série de tarefas, onde também se inclui a tomada de decisões.

Em diversas áreas industriais há os sistemas de controles automáticos, seja no controle de qualidade dos produtos, linha de montagem automática, controle de máquinas operatrizes, tecnologia espacial, sistema de transporte, robótica entre outros. Sendo assim, observa-se a importância do papel dos sistemas de controle automático, que se faz amplamente visível na moderna civilização e na tecnologia, o cotidiano do ser humano está em intrínseca relação com algum tipo de controle.

De acordo com Flores (2007), mesmo com os avanços advindos e significativos, o controlador PID com sua capacidade computacional segue mantendo sua posição que é predominante de simplicidade estrutural, confiabilidade e relacionamento. Desta forma, torna-se favorável entre comportamento e custo. Contudo, Além desses benefícios Flores (2007), menciona que os controladores PID permitem uma modelagem dinâmica da planta simplificada requer conhecimento modesto.

Os controladores do tipo PID são caracterizados por serem de grande eficiência nas soluções de problemas de controle linear. Portanto, esses controladores são populares pelo fato de possuírem ajustes relativamente simples, quando feitos comparações de outros controladores. Diante disso, quando um controlador PID linear consegue produzir bons resultados no controle de determinado sistema, então, os controladores nebulosos poderão produzir resultados ainda melhores (SOUZA, 2000).

O sucesso atribuído aos controladores PID caracteriza-se nas mais diversas áreas relacionadas a uma visível especificação dos objetivos de controle. Contudo, o objetivo de um sistema de controle é controlar as saídas de uma maneira predeterminadas, mediante das entradas e dos elementos adequados do sistema de controle.

Faccin (2004), afirma que todas essas funções não são necessárias, mas, imprescindíveis para o sucesso de um processo industrial moderno. Ao longo da história os sistemas de controles de retroalimentação datam do desenvolvimento de mecanismos de controle de nível de líquidos, o invento era formado por bóias e, foi desenvolvido pelos gregos 300 a.C.

A invenção de uma lâmpada de óleo que mantinha o nível do líquido constante através de uma bóia, foi inventando também pelo grego Philon. Anos mais tarde, no século, na Alexandria, Hero desenvolveu um engenhoso sistema para aberturas das portas de um templo, esse sistema era mediante ao acendimento de uma pira no altar. Em 1681, Denis Papin inventou o primeiro regulador de pressão para caldeiras a vapor.

De acordo com Faccin (2004), foi no ano de 1765, que o primeiro sistema de retroalimentação ficou conhecido oficialmente, o invento atribui-se ao russo Polzunov, sua invenção foi um sistema mecânico de controle de nível de água de caldeiras através do uso de uma bóia. Todavia, o invento mais famoso entre todos, foi o de James Watt que de 1769 a 1788, desenvolveu e aprimorou o regulador de esferas, e é um controlador centrífugo de máquinas a vapor. Esse mecanismo fazia o controle de duas esferas de metal que giravam através dos eixos. O mecanismo constituía-se de modo que quando a carga era aplicada ao motor, sua velocidade diminuía e suas esferas giravam mais próxima do eixo, obtinha-se assim (menor

força centrífuga). Esse movimento faz a porta abrir a válvula principal, admitindo mais vapor e aumentando a velocidade do motor.

De acordo com Faccin (2004), considera-se uma extensão lógica de modo de controle de duas posições o modo de múltiplas variáveis. Neste caso, a escala da variável como sendo manipulada assume posições intermediárias não somente os limites de escala. O modo conduz para redução do efeito de oscilação da variável controlada, e apresenta através do modo de duas posições, no entanto, suas aplicações ainda são restritas. Há vários modos de controle, porém, o mais elementar modo de controle automático é o de duas posições, que é conhecido como liga-desliga, que se caracteriza como totalmente aberto ou totalmente fechado, é um modo descontínuo, muito utilizado para controle de sistemas simples com dinâmicas lentas.

3.1 MODOS PROPORCIONAL, INTEGRAL E DERIVATIVO

Nos processos industriais, devido à necessidade de um controle mais rigoroso, se faz necessário a utilização de modos contínuos, onde no alerta de erro a saída sai suavemente em resposta às variações. No modo proporcional, a ação de controle é diretamente proporcional a entrada, o controlador é apenas um amplificador com um ganho constante, quanto maior o erro, maior a ação de controle gerada. Esse modo tem como desvantagem a apresentação de erro permanente.

O modo Integral tem sua ação de controle gerada de forma proporcional à integral do primeiro sinal de erro no tempo. Esse modo apresenta como benefício de sua utilização, a eliminação de erro em regime permanente, entretanto, ela reduz a estabilidade da malha de controle (FACCIN, 2004). De acordo com Faccin, a ação integral também pode ser vista como um mecanismo que atualiza automaticamente o valor base do controlador com ação proporcional.

No modo derivativo a ação de controle gerada é proporcional a taxa de variação do sinal de erro. Ela estima a tendência de aumento ou diminuição do erro futuro. De acordo com Faccin, esse modo, tem a capacidade de aumentar a velocidade de correção do processo, pois atua de maneira que antecipa quando são detectadas variações no sinal de erro. Sua ação é bastante sensível a erros de alta frequência, como ruídos de processo e mudanças de valor na referência variável.

A junção destes três modos básicos de controle contínuo produz um dos mais eficientes algoritmos de controle já desenvolvido, que denomina-se como controlador PID. Esse controlador concilia simplicidade atendendo às necessidades de controle para a grande maioria dos casos industriais. Entretanto, a maneira como ocorre essa combinação pode variar de acordo com o fabricante.

Ao evidenciar-se as características percebe-se que elas não operam sobre valor numérico de um problema, mas sobre o código em que o mesmo está codificado. Sendo assim, não há necessidade do cálculo do gradiente. Elas operam unicamente com o valor da função a ser otimizada realizando a busca por todo o espaço de uma só vez. Contudo, em vez de proceder ponto a ponto, sequencialmente, ela não impõe condição alguma sobre a continuidade das variáveis que definem ao problema (NUNES; ROSADO, 2004).

Os autores concluem que o controlador PID é o mais popular e vastamente utilizado nas aplicações industriais. Ele apresenta vantagem aliadas ao baixo custo e simplicidade de implementação. Ao ser sintonizado de forma correta, ele proporciona um bom comportamento dinâmico ao processo controlado. Portanto, este processo representa como PID (ganho proporcional, tempo integral, e tempo derivativo) que baseia-se em métodos do domínio da frequência (NUNES; ROSADO, 2004).

Para o bom funcionamento de um controlador PID, tudo começa a partir dos dados de entrada e saída, sendo um problema bem conhecido quando a planta está livre de perturbações. Desta forma, a sintonia PID baseia-se na curva de reação do processo no método do relé. O autor enfatiza que são técnicas que funcionam bem em circunstâncias de baixo nível de ruído. Portanto, muitos problemas de controle PID que são conhecidos desde o ponto de vista prático não estão relacionados nesta categoria. Sendo assim, os desafios encontrados são:

As condições de controle de um sistema PID podem ser compreendidas mediante aos estudos que se utilizam de algoritmos de controle integrais e diferenciais, porém, é um método complexo, sendo assim não são utilizados na prática. A escolha para um controlador deve estar relacionada a necessidade de uma forma simples, como é o controlador PID. Este capítulo buscou compreender o modo PID, o surgimento dos controladores em diferentes épocas e lugares, e como

se desenvolveram ao longo dos anos. O próximo capítulo evidenciará os benefícios da utilização da IOT e do controlador PID nos meios industriais.

4. A EVOLUÇÃO DA IOT PARA ATENDER OS CONTROLADORES PID

As inovações tecnológicas proporcionaram para as indústrias, novos meios para potencializar o processo produtivo, facilitando assim a mão de obra dos trabalhadores. Um novo paradigma é apresentado para a sociedade e para as organizações mediante as inovações tecnológicas. O advento da Internet das Coisas ou Internet of Things, tem por objetivo viabilizar o controle de várias ações utilizadas no cotidiano do ser humano e também nas organizações. Contudo, enfatiza-se a inter-relação das coisas e comunicação entre si.

Com os avanços tecnológicos os estilos de vida das pessoas mudaram, as comunicações foram ampliadas, e o acesso à informação e ao conhecimento. A tecnologia tem sido a principal fonte do progresso e do desenvolvimento, sendo assumida como um bem social nas estruturas políticas, culturais e econômicas. Num contexto geral, o avanço da tecnologia trouxe mais benefícios do que malefícios. Para a sociedade, encontram-se novas alternativas de resolver velhos problemas diariamente, através do uso de ferramentas digitais (CAMPOS; BRASIL 2007), menciona que:

O uso das telecomunicações reduziu as distâncias, favorecendo assim o comércio entre as nações. Com o aparecimento das empresas transacionais (organizações com capital livres, com administração internacionalizada, podendo se localizar em qualquer lugar do mundo), o comércio caracterizado pelas transações entre empresas independentemente do país de origem ou no qual estejam sediadas (CAMPOS; BRASIL, 2007, p.33).

Os autores enfatizam que as empresas privadas ganham maior mobilidade que as públicas em diversos aspectos, especificamente na tomada de decisões e na velocidade nas alterações do fornecimento, tanto em produtos quanto em serviços. Todavia, o cenário mundial, mesmo em meio às divergências, apresenta processos que facilitam as transações comerciais mediante as privatizações de empresas.

O contexto em que a tecnologia está inserida constitui como fator decisivo na formação da visão de mundo dos indivíduos. O avanço tecnológico se expandiu e revolucionou diversas áreas, e não encobre a história da humanidade, servindo

como estrutura no campo social e político, e de uma perspectiva direta, fazendo o ser humano dependente dela. As próximas gerações estarão cada vez mais conectadas, e o avanço tecnológico e estará em constante ampliação e renovação. A IOT (A Internet das Coisas) compreende-se de forma mais simples a se definir como sendo a extensão da Internet, na qual vem que proporcionar aos objetos do dia-a-dia como os eletrodomésticos, entre outros, que se utiliza, mas com algo a mais. Trata-se da capacidade computacional e de comunicação, que estão conectadas à Internet. Desta forma, essa conexão mediante a rede mundial de computadores viabilizará, primeiro, controlar remotamente os objetos, conseqüentemente visa permitir que os próprios objetos fossem acessados como provedores de serviços.

Interagir com uma árvore belga com mais de cem anos, ser guiado por uma voz no caminho para algum destino, seja em uma viagem, ou traçar uma rota de volta para casa, pedidos inteligentes via celular, o monitoramento de alunos de uma escola mediante as etiquetas de rádio frequência, essas entre outras tantas tecnologias, fazem parte da realidade de diversas pessoas.

A combinação de diferentes tecnologias e operações de objetivos distintos convencionou-se na Internet das coisas. Este termo surgiu em 1999, e designa-se para os processos que envolvem objetos conectados em rede, onde produzem informações em tempo real. Muito antes desses avanços tecnológicos, nos anos 80, projetos desse âmbito já eram estudos, e definidos por diferentes nomes como: ambiente intelligence, calmcomputing, ubicomp, pervasive, most of thepushedby industrial players such as Philip and IBM (Singer 2012).

O conceito das redes de computadores tem se alterado aos poucos. Compreende-se que essa tecnologia de conexão ocorre por diversos tipos como: fios de cobre, fibra ótica, ondas eletromagnéticas ou outras ondas. A pesquisa de Santos et al. (2016) aponta que no ano de 2011, Peterson and David definiu como característica principal das Redes de Computadores a sua generalidade. Desta forma, compreende-se que elas são construídas sobre dispositivos de propósito gerais e não são otimizadas para fins específicos tais como é visível em redes de telefonia. O autor discorre que o termo “Redes de Computadores” começa a soar de

forma arcaica por alguns pesquisadores do assunto, isto se dá devido ao elevado número de equipamentos e tecnologias não tradicionais que são usadas na Internet.

A conexão não se limita apenas aos computadores convencionais, mas, está presente nos eletrônicos que se comunicam a grande rede, entre eles estão objetos como TV's, Laptop's, os smartphones, consoles de jogos. Essa lista aumenta a todo tempo, as pesquisas mostram que com o crescimento, mais de 40 bilhões de dispositivos estarão conectados até 2020. Contudo, possibilitará nesse contexto, o controle, viabilização de troca de informações uns com os outros, o acesso a serviço da Internet e a interação entre pessoas.

Mediante várias definições sobre a Internet as Coisas, existem algo em comum, são aspectos referentes à rede ser composta de dispositivos por qual ocorrem comunicações através de protocolos inoperantes, e, todavia, pelo fato de cada dispositivo sua identificação única. A IOT tem uma vasta gama de aplicações em diversas áreas em comum, que se utiliza de dispositivos de aplicação extremamente específica no qual o processo tem como base as informações externas, ou que faz o fornecimento de informações para um sistema externo. Sendo assim, Keller (2016) discorre que:

A internet das coisas ainda é um conceito relativamente novo e ainda estão sendo definidos conceitos, sobre o que realmente ela é. Juntamente com estes conceitos está sendo criada uma segmentação em sub-áreas para uma melhor definição. Em sua pesquisa Keller (2016) descreve que a principal segmentação é definida por Teich (2013), no qual ele apresenta a IOT em dois grupos: o IIOT (Industrial Internet of Things, caracterizada pela aplicação da IOT na indústria e a HIOT (Human Internet of Things, onde a definição se aplica à internet das coisas para humanos.

Desta forma surgem os desafios ligados a regulamentação, segurança e padronizações. Evidencia-se que um dos elementos cruciais para o sucesso da IOT encontra-se na padronização das tecnologias. O fluxo de informações de uma empresa é de fundamental importância para o desenvolvimento dos programas de prevenção, e de modo peculiar a segurança.

Em relação à segurança, Singer (2012), discorre a definição do que é a Internet das Coisas. Para a autora é algo ainda mais difícil quando se olha para a

quantidade de assuntos sobre essa temática. Desta forma, elementos como coleta de dados, sensores de baixo consumo de energia, middleware, segurança de rede e questões relacionadas a legalidade, transparência e direito sobre os dados colhidos.

4.1 A IOT E OS PROCESSOS INDUSTRIAIS

A automação industrial atingiu altos níveis de controle nos processos industriais. Sendo assim, possibilitou através do controle de máquinas, dispositivos, células e redes, que de qualquer lugar do mundo é possível se conectar ao servidor de uma empresa e ver em tempo real, todo o processo relacionado à produção, como está a qualidade das peças produzidas e até mesmo efetuar mudanças nas máquinas para corrigir eventuais falhas.

Reduzir perdas, custos durante o processo, paradas desnecessárias, são ações que podem ser evitadas com a Manutenção Produtiva Total. Desta forma, a automação industrial é presente no processo de manutenção produtiva total, já que esse método é focado em fácil manutenção. De forma geral, a manutenção produtiva total consiste em enxergar mínimas variações, que interferem de forma direta ou indireta no produto final, o que só é possível com a utilização de sensores e CLP's de controle que armazenam as informações e as comparam a todo o momento com as informações padrões salvas.

As revoluções surgem para trazer algo inovador e impactante. A inteligência artificial trouxe para os meios de produção o que caracteriza como a quarta revolução industrial. Desta forma, o diferencial desta revolução é que ela pode ser prevista e projetada, ao contrário das outras que só puderam ser observadas após terem sido implementadas. Este fator vem contribuir que as empresas possam se preparar, deste modo contribui para o seu desenvolvimento. A quarta revolução industrial vem mudar o conceito de produção centralizada para produção descentralizada e está relacionada a sistemas embarcados e sistemas ciberfísicos.

Fazer da Indústria 4.0 uma realidade requer e implica na adoção gradual de um conjunto de tecnologias emergentes de Tecnologia da Informação (TI) e

automação industrial, mediante a formação de um sistema na qual a produção físico-cibernético, por meio de intensa digitalização de informações e comunicação direta entre sistemas, máquinas, produtos e pessoas, ou seja, a tão famosa Internet das Coisas.

Em empresas de vários países, a empresa 4.0, começa a se tornar realidade, pois, faz parte do programa de políticas de governo voltadas para estratégias de política industrial. Países como Estados Unidos e Alemanha já possuem programas que visam pôr em prática esse novo conceito. Na Alemanha, esse processo faz parte das prioridades, pois, visa à competitividade. Para países como o Brasil, vem ser um desafio.

Compreende-se, mediante as pesquisas que ao logo dos tempos e em diversos lugares do mundo, foram desenvolvidos processos que vieram viabilizar as ações do homem. Incluem-se nesse processo os maquinários, sistemas de automação, até as mais modernas tecnologias ao longo do tempo, sofrem melhorias para que os processos industriais e humanos, oferecendo qualidade aos produtos e qualidade no ambiente de trabalho. Desta forma, proporcionam redução de perdas, velocidade no processo de entrega dos produtos e rapidez no feedback para fornecedores e clientes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O contexto histórico dos primeiros passos da automação foram evidenciados com base nas primeiras produções que aconteciam de forma manual. Pode-se compreender que atender as necessidades de todos que pretendiam adquirir algum produto em tempo hábil não era possível, pois a maioria dos produtos eram produzidos artesanalmente. Foi com a Revolução Industrial que o cenário dos processos produtivos começou a avançar. Evidencia-se nesse período a produção têxtil, que foi um seguimento que teve grande avanço para atender suas demandas.

Compreendeu-se que a automação e os controladores PID são de grande relevância nos processos industriais, pois eles possibilitam ao processo produtivo que eles sejam controlados e suas funções são agem como amplificadores processos produtivos, sendo benéficos para a eliminação de erros; possuem capacidade de aumentar a velocidade de correção de processo. Portanto, para que a indústria alcance altos níveis de produção como eficiência excelência, qualidade entre outros benefícios é preciso estar em constantes transformações devido as exigências a todo tempo no mercado competitivo. Desta forma, as mudanças sejam elas quais forem tem custos e implicam na adoção gradual de um conjunto de tecnologias emergentes de Tecnologia da Informação (TI).

A utilização da IOT tornou-se necessária em junção com os controladores PID devido sua conexão, controle e observação do funcionamento dos meios de produção em qualquer lugar. A tecnologia da informação possibilita a transmissão dos processos para a rede onde em tempo real é acompanhado e assim obtêm-se informações importantes sobre os passos futuros da produção, como possíveis quebras, diminuição de refugos entre outras informações relevantes no processo de produção que visando que as máquinas não parem, pois as correções são realizadas em meio ao processo, garantindo que o produto seja produzido com qualidade.

Contudo, compreende-se que são necessários investimentos destinados aos meios de produção que com as tecnologias passam exigir cada vez mais devido as concorrências do mercado. Sendo assim, torna-se também uma questão relevante ao poder público onde cabe o planejamento de projetos que visam aquecer o setor

industrial, é preciso que esses investimentos estejam ligados as pesquisas, pois são elas que antecedem os processos e tudo que há de novidade e surge a todo o momento, se não há investimentos para que elas ocorram se torna difícil que novos empreendimentos que envolvem protótipos, entre outros meios que visam um melhor andamento tanto no setor industrial, quanto em outros setores que beneficiam o ser humano.

Enfatiza-se então que todos os meios pelo qual o ser humano tem a oportunidade de utilizar passaram por testes, e para que estes testes fossem possíveis foi preciso investir, ter o crédito de alguém ou uma organização para que em conjunto viesse dar certo. Tiveram muitas tentativas de erros para que o acerto pudesse ser encontrado e o ciclo que forma a criação e produção nunca deixe de girar. A reflexão pertinente a este tema é que as pesquisas possam ser sempre um fator relevante não só para os meios acadêmicos, mas pensando em um bem comum.

REFERÊNCIAS

CAIÇARA JÚNIOR, Cícero. **Sistema Integrado de Gestão ERP: uma abordagem gerencial**. 4 ed. ver. Curitiba: Ibpex, 2011.

CAMPOS, Luiz Fernando Rodrigues; Brasil, Caroline de Macedo. **Logística: teia de relações**. Curitiba: Ibpex, 2007.

CARAVANTES, Geraldo; CARAVANTES, Cláudia Born; KLOECKNER, Mônica Caravantes. **Comunicação e comportamento organizacional**. Porto Alegre, RS: ICDEP, 2009.

CARVALHO JÚNIOR, Moacir Ribeiro de. **Gestão de projetos da academia à sociedade**. Curitiba: Ibpex, 2011.

FACCIN, 2004 NETO, Benedito Rodrigues de Moraes. A evolução dos processos de trabalho e a natureza da moderna automação. **Estudos de Sociologia, 1996. Periódicos.fclar.unesp.br**. Acesso em 14 set. 2019.

FLORES, Daniel Eduardo Rivera. **Una metodología para la identificación integrada con el diseño de controladores IMC-PID**. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, Vol. 4, Núm. 4, Octubre 2007, pp. 5-18.

GROOVER, Mikell. **Automação industrial e sistemas de manufatura**. Tradução Jorge Ritter. 3 ed. São Paulo: PearsonPrentice Hall, 2001.

KELLER, Armando Leopoldo. **Internet das coisas aplicada a indústria: dispositivo para interoperabilidade de redes industriais**. Disponível em: books.google.com. Acesso em 14 out. 2019.

RIBEIRO, Bruno Jorge Ferreira. **Plataforma Universal para a automação industrial** 2001. Disponível em: scholar.google.com.br. Acesso em 14 set. 2019.

SILVEIRA, Leonardo; Lima, Weldson. Um breve histórico conceitual da automação industrial e redes para automação industrial. **Redes para automação industrial. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2003.**Disponível em: www.academia.edu. Acesso em 14 set. 2019.

SINGER, Talita. **Tudo conectado:** conceitos e representações da internet das coisas. Simsocial- Simpósio em Tecnologias Digitais e Sociabilidade (2012).

SOUZA, Márcio André Teixeira de. **Otimização de controles nebulosos de TakagiSugeno utilizando algoritmos genéricos.** 2000. Disponível em www.academia.edu. Acesso em 9 out. 2019.