

SISTEMA DE CONTROLE E SUPERVISÃO DE IPCC¹

Julio Augusto Martinez²

Resumo

O processo de IPCC (*In Pit Crushing and Conveying*) tem como objetivo eliminar o uso de caminhões fora de estrada para o transporte de minério de ferro e estéril entre as áreas de extração (Lavra), e o início do processo de beneficiamento (Britagem) ou disposição de estéril. O sistema consiste em movimentar o britador e correias transportadoras à medida que a lavra avança pela mina, permitindo que as escavadeiras descarreguem o minério diretamente no britador. O uso da tecnologia torna o processo mais eficiente, produtivo e seguro, reduz custos e contribui para o meio ambiente. Com a eliminação dos caminhões e operadores, não há consumo de pneus, combustível, e conseqüentemente, emissão de CO₂ na atmosfera.

Palavras-chave: IPCC; Bitagem.

SYSTEM CONTROL AND SUPERVISION OF IPCC

Abstract

The process of IPCC has as target to eliminate the use of out of Haul Trucks to transport iron ore an waste between the extraction mining area to the beneficiation plant and waste piles. This system has the excavator, the primary crusher and conveyor belts in the mine face. The excavator unload the ore and the waste directly on the crusher. The use of this technology increases the process efficiency, productivity and safety reducing costs and contributes to environment. Eliminating the trucks reduces the tire consumption, fuel and consequently CO₂ emission in the atmosphere.

Key words: IPCC; Crushing.

¹ *Contribuição técnica ao 68º Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Engenheiro Eletrônico, Especialista em Automação, Departamento de Engenharia e Automação, TSA – Tecnologia em Sistemas de Automação, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Minerios e Minerables⁽¹⁾ descreve que os caminhões sempre foram onipresentes nos trabalhos de lavra nas minas a céu aberto, carregados por escavadeiras ou pás carregadeiras, após o desmonte das bancadas com explosivos. Este método continua sendo o bê-á-bá na maioria das minas. Esses caminhões têm grande impacto no custo total da mineração, afetando diretamente o preço do produto final. (Figura 1).



Figura 1. Caminhões em uma Mina.⁽²⁾

Diante deste cenário surge o IPCC – In pit crushing and Conveying* que foi desenvolvido com o objetivo de possibilitar o seu posicionamento e deslocamento via Cabine de Controle por meio de uma mesa de operação.

* Componentes básicos de um sistema de IPCC: Sistema de Britagem (Britador Móvel), Transportadores de Ligação (Móveis), Transportadores Monobloco, Pórtico Móvel e Transportadores Extensíveis (Fixos).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para atender aos objetivos de deslocamento e posicionamento seguro de um sistema de IPCC, decidiu-se pela utilização de uma estrutura de automação que oferecesse maior segurança, agilidade, disponibilidade e facilidade no manuseio de informações e comandos, integração entre equipamentos e a operação da área de mineração e métodos para dinamizar a movimentação do IPCC baseados em fórmulas e cálculos, como segue:

2.1 Arquitetura de Rede – CLP's e Remotas

Para atender as distâncias e a variedade de sensores e atuadores foi escolhida a arquitetura distribuída. As estações remotas são compostas por CLPs⁽¹⁾ e UTRs⁽³⁾ Controllogix⁽⁴⁾ (Figura 2). A vantagem agregada ao uso de remotas ocorre por meio da arquitetura distribuída, o sistema é constituído de Painéis de CLP e Painéis

Remotos, garantindo a proximidade da camada de controle à instrumentação. É a partir das estações remotas que o processo de controle e aquisição de dados se inicia através da leitura dos valores discretos e analógicos dos dispositivos que a ele estão associados e a seus respectivos controles.

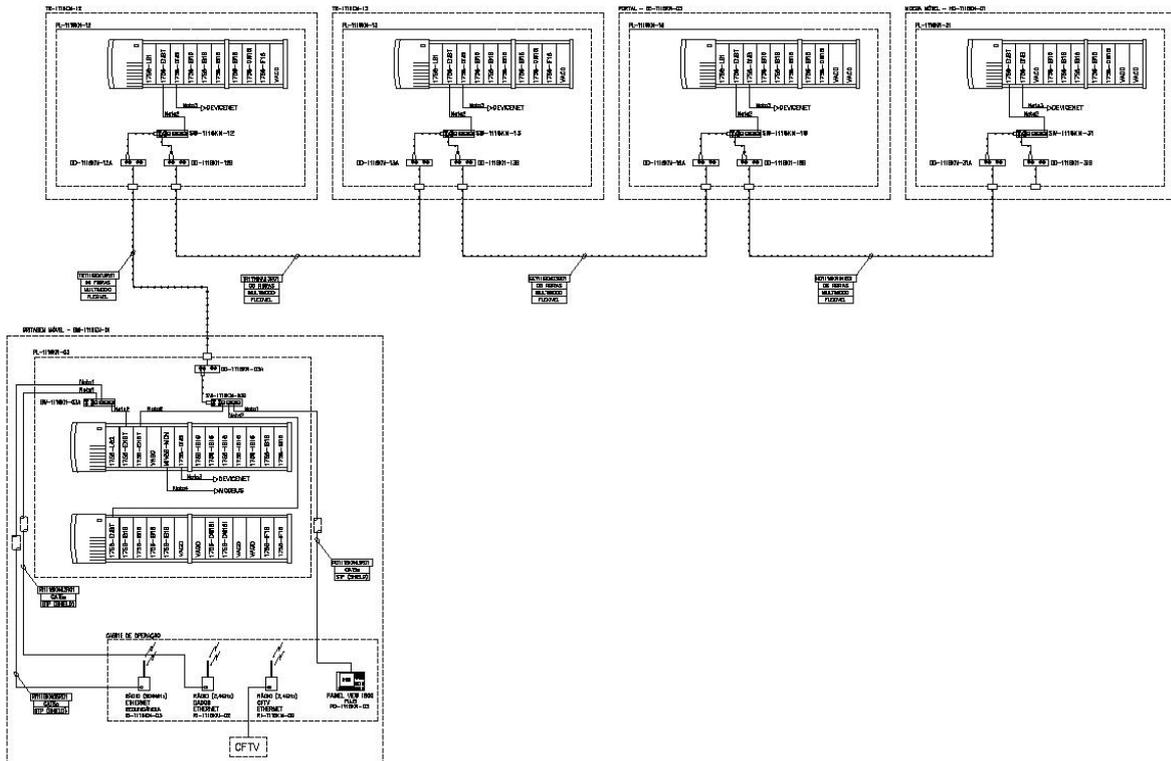


Figura 2. Rede de Automação.

2.2 Arquitetura de Controle - Rede Industrial

Seixas Filho⁽⁴⁾ descreve que a rede DeviceNet classifica-se como uma rede de dispositivo, sendo utilizada para interligação de equipamentos de campo, tais como sensores, atuadores, AC/DC drives e CLPs. Mesmo que se tenha o controlador e remotas ao lado dos equipamentos há determinados casos que se deve determinar a faixa de aplicação e escolher a rede industrial adequada (Figura 3). Em nosso caso foi escolhida a Rede Industrial DeviceNet para coletar informações e transmitir comandos dos equipamentos do IPCC. Atualmente a aplicação dessa arquitetura é solução para diversos setores e seguimentos industriais.

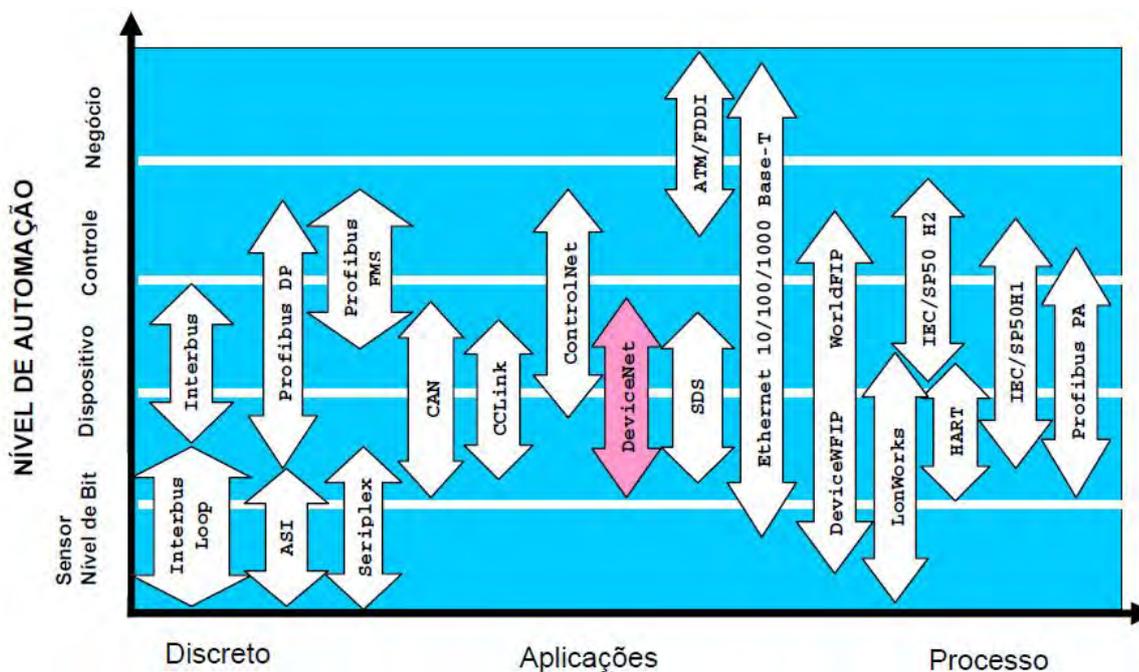


Figura 3. Faixa aplicação Rede DeviceNet.⁽³⁾

2.3 Sistema de Supervisão

Atualmente há a necessidade de conexão a equipamentos de fabricantes diversos. Os Sistemas de Supervisão disponibilizam aos desenvolvedores uma ampla conectividade e ferramentas que dinamizam as informações em objetos coloridos e animados. Hoje, os Sistemas de supervisão são ferramentas indispensáveis nas indústrias. Estudos identificam que a implantação do Sistema de Supervisão oferece suporte ao operador na tomada de decisão, além de possibilitar a redução de custos operacionais, melhora a qualidade do produto, gera aumento na produção e ainda permite quantificar custos com a manutenção. As anomalias sinalizadas permitem prever quando será necessária a substituição de algum equipamento. As Figuras 4 a 9 exemplificam a tela de processo (Transporte de Minério), a Tela de Translação (Posicionamento de um IPCC) e a janela de Grupos de equipamentos. Segundo Seixas,⁽⁵⁾ os softwares de supervisão e controle apareceram em diversos tamanhos, em diversos sistemas operacionais, com diversos repertórios de funcionalidades e os fabricantes de CLP, também, passaram a produzir-los. Para garantir a integridade do desenvolvimento do sistema foi escolhido o Sistema de supervisão Factory Talk ME.⁽⁶⁾ Segue como exemplo a tela principal de um sistema IPCC que trata a Translação do equipamento (Figura 4).



Figura 4. Tela de Translação.

2.4 Unidades do Sistema de IPCC

Um fabricante de equipamentos responsável pela montagem estrutural de um sistema IPCC descreve as unidades do equipamento:

- alimentador de sapatas;
- britador;
- crawler (transportador de esteira);
- transportador de ligação 1 (móvel);
- transportador de ligação 2 (móvel);
- transportador de ligação 3 (móvel);
- transportador monobloco (fixo);
- pórtico móvel (com chute);
- moega móvel; e
- transportadores extensíveis.

O Alimentador de sapatas é responsável pelo recebimento do minério ou estéril, e transporte até o britador, este com a função de fragmentar o minério ou estéril com a granulometria desejada. O *Crawler*, equipamento de movimentação do Britador Móvel, possui um sistema de esterçamento que possibilita ao Britador Móvel fazer curvas para deslocar-se ao longo da mina.

O Transportador de ligação 1 é um transportador fixo ao Britador Móvel e que se movimenta junto com o mesmo. Para a movimentação do transportador de ligação 1, existe um sistema hidráulico de patolamento com rodas livres, que permanece em três posições: estendido, retraído e intermediário.

Os transportadores de ligação 2 e 3 são independentes, isto é, possui motorização para deslocamento junto ao Britador Móvel (movimentos dependentes ao deslocamento do *Crawler*) ou movimentação independente.

O Pórtico Móvel sustenta o último transportador de ligação do processo de IPCC.

Transportador monobloco (Fixo), deve ser transportado por veículo externo, pode ser posicionado ou não no circuito, permitindo uma adaptação em relação à distância entre a frente de lavra e as correias já existentes na mina. Sua posição sempre será após o pórtico móvel.

A Moega Móvel é responsável pelo direcionamento do fluxo de minério sobre os transportadores extensíveis. A movimentação desse equipamento é sobre trilhos, com controle de velocidade para a configuração da lavra quando esse estiver posicionado junto ao Pórtico Móvel.

O sistema IPCC fica alocado próximo às frentes de lavra e, a cada nova detonação, movimenta-se para estar o mais próximo do local de lavra. A escavadeira descarrega o material no alimentador de sapatas do britador que passa pela britagem primária e segue via correias transportadoras para o destino necessário. Por se tratar de um sistema móvel o britador e cinco das nove correias são equipados com rodas para viabilizar a movimentação. O funcionamento do sistema – britagem e transporte de minério – ocorre somente quando não há movimentação. O mesmo se aplica à movimentação, que acontece quando britador e correias estão desligados.

2.5 Metodologia e Tratamento da Translação/Posicionamento

Para o posicionamento do Britador Móvel na mina foi desenvolvido um método de translação dividido em modos automáticos, proporcionando maior dinamismo ao sistema.

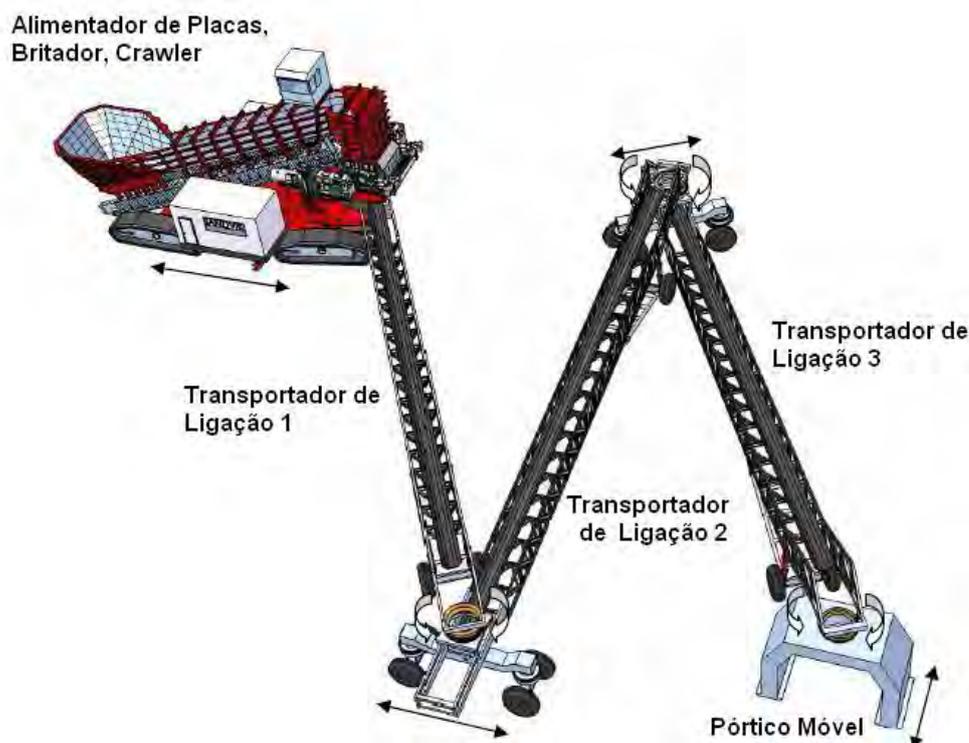


Figura 5. Translação do sistema de IPCC.

O sistema de translação de um IPCC é constituído por:

- britador móvel que utiliza um sistema de esteiras e unidade hidráulica para esterçamento do sistema. Pode se deslocar independente ou em conjunto com os demais componentes;
- transportadores de ligação que utilizam um sistema com quatro rodas e patolamento (para fixar o transportador na posição de trabalho). Pode se deslocar independente ou em conjunto com os demais componentes;
- pórtico móvel que utiliza um sistema de esteiras para transladar.

Todos os motores são acionados por inversores ou relés eletrônicos instalados em salas elétricas e painéis CCMi (Centro de Controle de Motores Inteligente).

A translação dos equipamentos é feita por comandos via *joystick* da cabine de operação do britador. Os movimentos são definidos para mover-se com automatismos.

2.5.1 Movimento 1

O britador é comandado *pelo joystick* (PCR) e o carro de translação do transportador de ligação 2 (P1) é um “seguidor” do britador. O carro de translação do transportador de ligação 3 permanece freado.

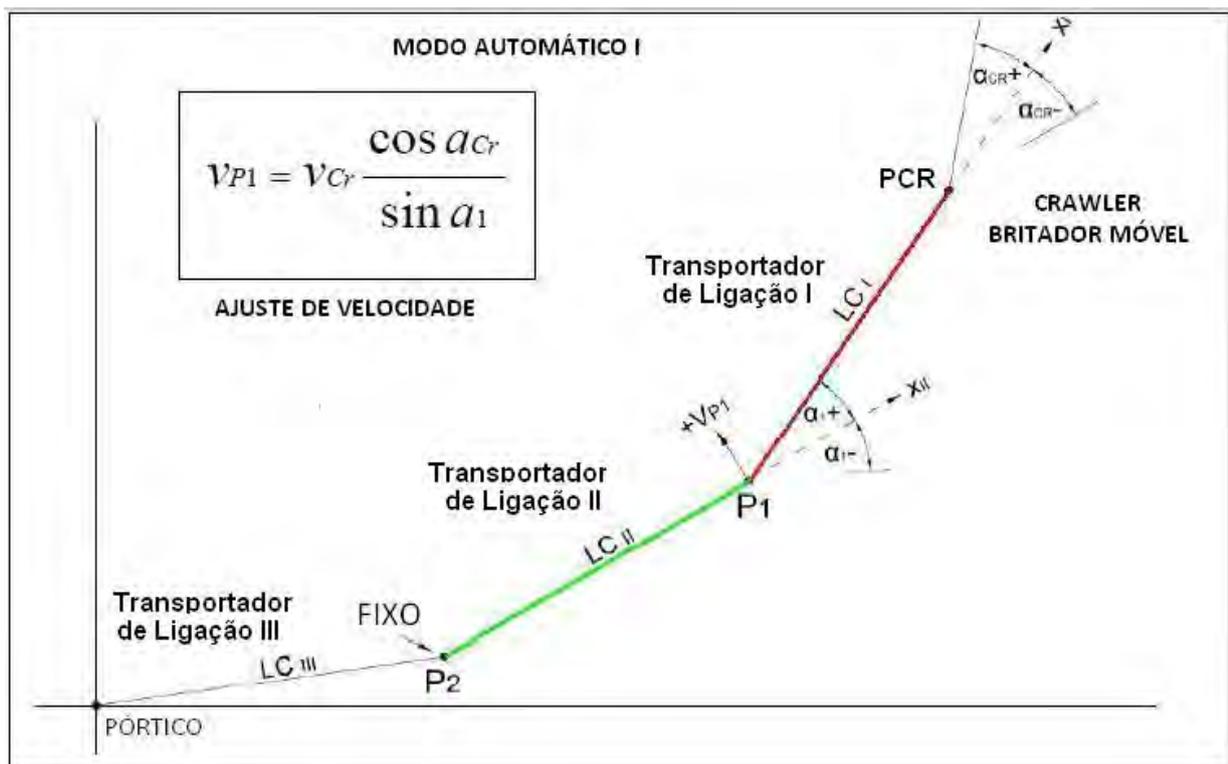


Figura 6. Movimento 1.

2.5.2 Movimento 2A

O carro de translação do transportador de ligação 2 (P1) é comandado pelo *joystick* e o carro de translação do transportador de ligação 3 (P2) é um seguidor do anterior. Britador permanece freado.

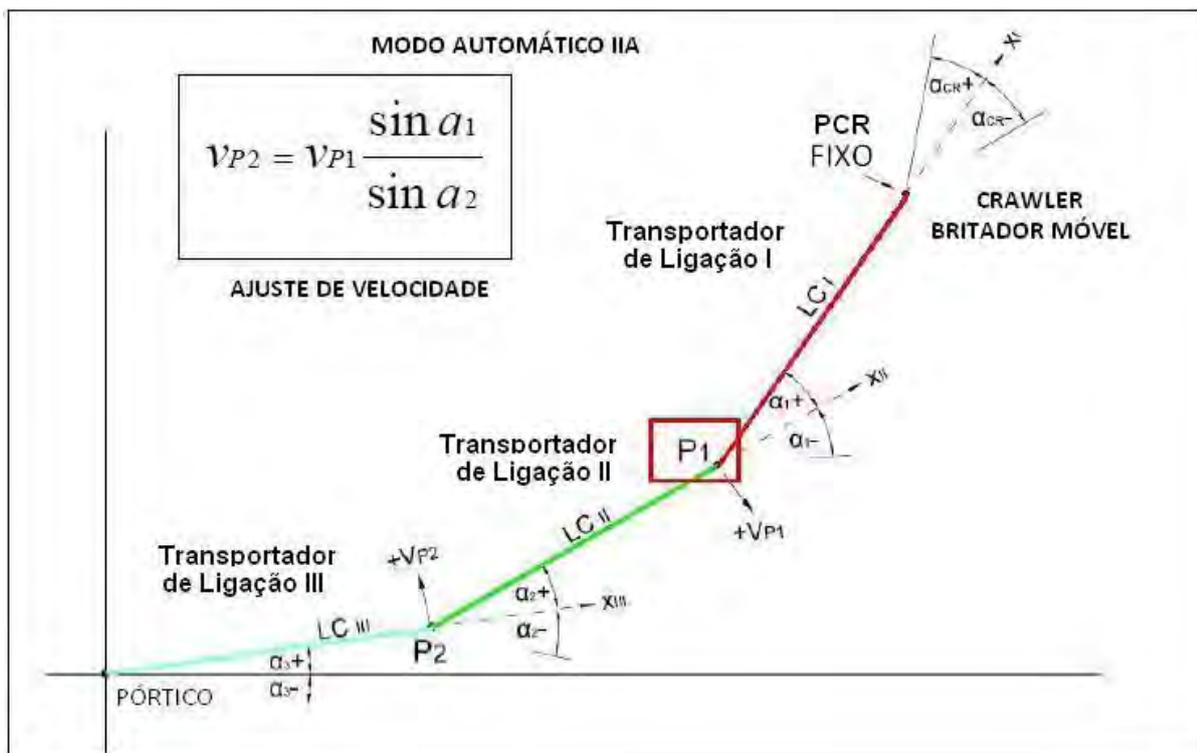


Figura 7. Movimento 2A.

2.5.3 Movimento 2B

O carro de translação do transportador de ligação 3 (P2) é comandado pelo *joystick* e o carro de translação do transportador de ligação 2 (P1) é um seguidor do anterior. Britador permanece freado.

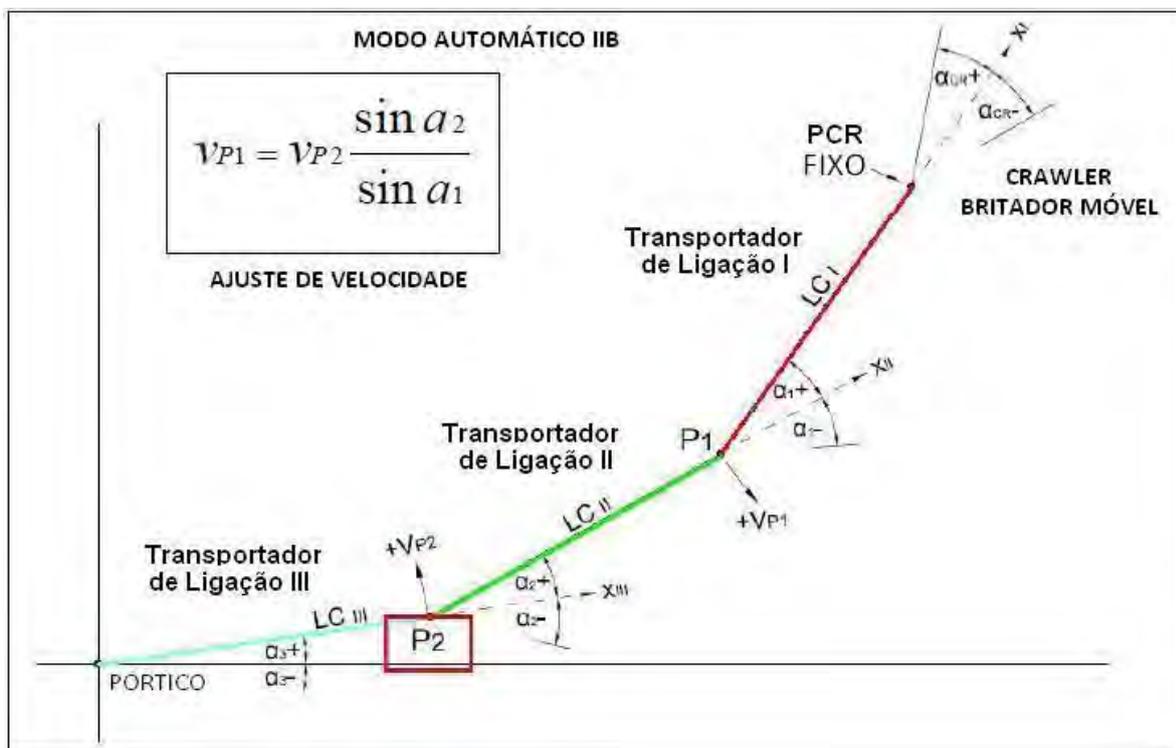


Figura 8. Movimento 2B.

2.5.4 Movimento 3

O pórtico móvel movimentar-se pelo *joystick* e o carro de translação do transportador de ligação 3 (P2) é um seguidor do anterior. Britador e o carro de translação do transportador de ligação 2 permanecem freados.

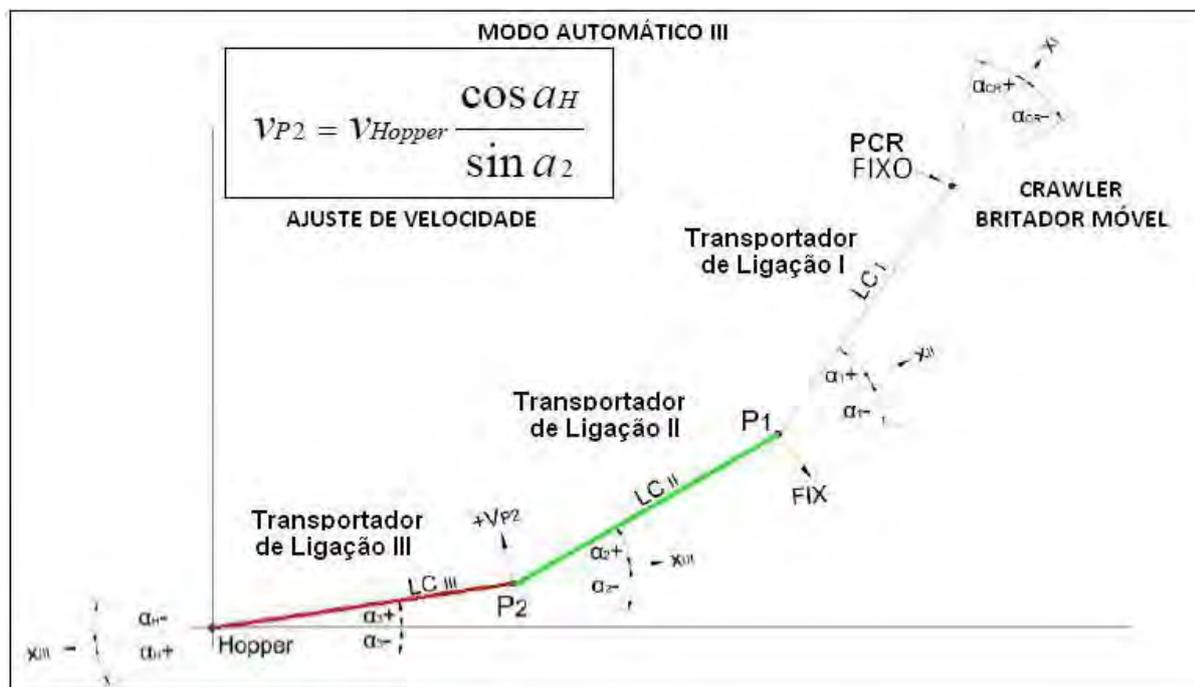


Figura 9. Movimento 3.

Para cada movimentação existe um cálculo de velocidade baseado nos ângulos das estruturas, proporcionando segurança à medida que os transportadores se aproximam de posições críticas. Paralelos ao cálculo de velocidade existem sensores de inclinação e torque (eixo dinamométrico) que garantem a estabilidade vertical e estrutural do sistema, respectivamente.

3 RESULTADOS

O sistema de automação foi desenvolvido para trazer maior confiabilidade a operação para a translação/posicionamento de um sistema de IPCC, proporcionando o maior número de informações não tão só no que tange à mobilidade do equipamento mas também no que diz respeito a operação de produção - processo. É importante compreender a separação entre as operações de Translação e operação. Dado que a translação é um item novo para o processo de britagem, o operador deverá ter a experiência de trasladar o equipamento e tomar todas as precauções para tal. A Translação é utilizada somente para deslocar o Sistema de IPCC para as frentes de lavra e deve ser realizada sempre com as correias vazias. Já a operação de Produção é a mesma utilizada para os sistemas atuais de britagem de minério. Mesmo não dando foco a detalhes pontuais do sistema de IPCC é bom destacar que o inerente a ambos os modos de operação é o tratamento de torque e inclinação, pois mesmo estando fixo (Operação) o sistema pode movimentar-se devido a declives e aclives do terreno. Um sistema de monitoramento destes estados foi desenvolvido, enviando alertas e bloqueando o sistema, diminuindo riscos de acidentes e avarias ao equipamento.

Outro resultado obtido através da automatização de um IPCC é a possibilidade de configurar o sistema (*Setup*) para cada fase de avanço da mina, ou mesmo utilizar, ser intercambiável, com equipamentos de mesmo porte. Desta forma, podem-se configurar os elementos para cada posição como mostrado na Figura 10 de acordo com a disponibilidade técnica do equipamento e a distância a ser atendida.



Figura 10. Tela de seleção.

4 DISCUSSÃO

Em *Minerios & Minerais*⁽¹⁾ é apresentada uma descrição sobre um sistema de IPCC (*Truckless*) descrevendo que este modelo é inspirado no tradicional sistema de lavra de carvão usado há décadas na Alemanha, o IPCC-*in pit crushing and conveying* - tendo condições de trazer ganhos substanciais do ponto de vista ambiental, bem como a redução no custo de extração de minério e estéril, especialmente nos projetos de mineração de porte excepcional, pois à medida que a distância de transporte até a planta ou pilha de estéril se amplia, os custos por tonelada transportada se elevam, criam-se as condições em que o sistema de IPCC é competitivo. Os estudos sobre IPCC ganharam impulso por volta de 2006, quando os principais fabricantes de pneus fora de estrada anteciparam uma séria escassez de pneus. Isso tudo devido a impossibilidade de expandir suas linhas de produção no curto prazo. Isso ocorreu quando a indústria global de mineração planejava novos projetos para atender a uma demanda crescente, tendo à frente a acelerada expansão da economia chinesa. Somavam-se a esse fato a previsível alta dos preços do petróleo e as dificuldades crescentes para se recrutar mão de obra

qualificada, desde operadores de caminhões e máquinas até geólogos e engenheiros.

A discussão que apresentamos é também baseada no artigo mostrado anteriormente que exemplifica a implantação deste sistema. Há de se prever, nesta etapa de reposicionamento do sistema principal de correias, que uma frota de caminhões poderá continuar a alimentar a planta de tratamento se não houver um estoque pulmão suficiente. Essa frota também pode atender os casos de manutenção programada das correias transportadoras.

Segundo estudos da SKM Consulting de Queensland - Austrália, empresa que aperfeiçoou este sistema na década passada na Austrália e que acabou formando um centro de excelência dessa tecnologia em Brisbane, exemplifica uma média de 26 profissionais para operar e manter um sistema de lavra contínua, dependendo do tipo de equipamentos utilizados. Quanto à demanda de energia elétrica, calcula-se que a escavadeira e a britagem móvel consomem cerca de metade de toda a carga. A estimativa sobre homens-hora para manutenção depende do tipo de equipamento e do regime de operação. Calcula-se cerca de 20 h/dia para a operação do sistema de IPCC, mais 135 homens-hora de manutenção (11x12 horas de turno) - para um sistema básico compreendendo uma britagem e peneira móvel, correia auxiliar móvel, conjunto principal de correias de 20 MW e um Shut.

Um prazo mínimo de 24 a 30 meses é recomendável para se implementar um sistema IPCC, o que indica que essa opção deve ser decidida na fase FEL2 de um empreendimento de mineração.

5 CONCLUSÃO

Com a implantação de um sistema IPCC o processo tende a ficar mais eficiente em decorrência da eliminação dos caminhões. Os equipamentos são movidos a energia elétrica e o consumo ocorre apenas quando estão operando com material na linha. A emissão de CO₂ na atmosfera e o consumo dos pneus são reduzidos drasticamente, contribuindo para a preservação ambiental e o bem-estar das comunidades que vivem no entorno das minas. O processo de britagem móvel segue os mesmos princípios básicos da mineração. O projeto é inovador por consistir num sistema integrado de soluções e tecnologias de ponta que permitem otimizar a produção, melhorar a gestão operacional e decisões estratégicas, reduzir custos, contribuir para a segurança operacional e para a diminuição dos impactos ambientais.

REFERÊNCIAS

- 1 MINÉRIOS & MINERALES - Publicação mensal para setores de Mineração, Metalurgia e Siderurgia no Brasil - Título: "Lavra Truckless: mais ganhos ambientais e menos custo por tonelada extraída" - Editorial - Outubro 2011
- 2 PORTAL TRANSPORTA BRASIL. Conheça o maior caminhão do mundo. Disponível em: <http://www.transportabrasil.com.br/2012/10/conheca-o-maior-caminhao-do-mundo/> Acesso em 3 jun 2013.
- 3 Rockwell Automation, RSLogix 5000 – Controller General Instruction Ref Manual
- 4 Seixas Filho, Constantino, Prof. – Departamento de Engenharia Eletrônica – UFMG – DeviceNet – Capítulo R2
- 5 Seixas, Constantino . A automação nos anos 2000: uma análise das novas fronteiras da automação. Conai, 2000
- 6 Rockwell Automation, Factory Talk- ME(Machine Edition) – Edition User´s Guide