



GIOVANNI LOUREIRO CAVALCANTI GRILO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
YAMAHA MOTOR DA AMAZÔNIA

JOÃO PESSOA
2009



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
GIOVANNI LOUREIRO CAVALCANTI GRILO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
YAMAHA MOTOR DA AMAZÔNIA

Relatório de Estágio a ser apresentado em 10 de Fevereiro de 2009 para obter a pontuação referente à disciplina Estágio Integrado, o qual foi realizado entre os dias 11 de Agosto de 2008 e 06 de Fevereiro de 2009, e foi orientado pelo Professor Doutor Eurico Bezerra de S. Filho, a fim de garantir a Conclusão do Curso de Engenharia Elétrica.

JOÃO PESSOA
2009

IDENTIFICAÇÃO

Do Aluno

Nome: Giovanni Loureiro Cavalcanti Grilo.

Matrícula: 20621637

E-mail: giovanniloureiro@gmail.com

Endereço: Rua José Florentino Jr., 238, Bairro Tambauzinho, João Pessoa – Pb.

Fone: (083) 3043-7057

Da Empresa

Yamaha Motor da Amazônia

Endereço: Rua Rio Jaguarão, 2452-A, Bairro Distrito Industrial, Manaus – AM

Fone: (092) 2126-1763

Gerente de Manutenção: Gilmar Anselmo

Chefe: Jeová Ferreira

Do Supervisor de Estágio

Nome: Universidade Federal de Campina Grande

Endereço: Rua Aprigio Veloso, 882 CEP: 58429-900

Bairro: Bodocongó Município: Campina Grande UF: PB

Telefone: (83) 3310-1000

Banca de Professores Avaliadores

Eurico Bezerra de Souza Filho

Luis Reyes Rosales Montero

Sumário

1	Resumo	6
2	Introdução	7
3	Yamaha Motor <i>Corporation</i> – História	9
3.1	Yamaha Motor do Brasil	10
3.2	A Marca Yamaha	10
3.3	Exportação e Importação	11
3.4	Produtos	11
3.5	Mercado	12
4	Setores da Fábrica:	13
4.1	Setores diretos:	14
5	Manutenção	18
5.1	Ordens de Serviço (OS)	18
5.2	Indicadores de Manutenção	19
5.2.1	Tipos de Indicadores	19
5.3	Tipos de manutenção	20
5.3.1	Manutenção corretiva	20
5.3.2	Manutenção Autônoma	21
5.3.3	Manutenção Preventiva	22
5.3.4	Manutenção Preditiva	22
5.3.5	Manutenção Detectiva	22
5.4	Sub-setores da Manutenção	23
5.4.1	Manutenção Fabril	23
5.4.2	Manutenção Predial	24
5.4.3	Engenharia de Manutenção	24
6	Atividades Desenvolvidas:	25
6.1	Reforma e melhoramento de maquinários	25
6.1.1	Melhoramento no torno da linha do trambulador	25
6.1.2	Implantação da cortina de luz nos testes de estanqueidade	26
6.1.3	Reforma da Calandra	27
6.2	Participação nos projetos da Engenharia de Manutenção	28
6.2.1	Quadro de comando do projeto de reaproveitamento de água	28
6.2.2	Apoio técnico ao projeto de redução de energia	31
6.2.3	Liderança no projeto de otimização no uso dos ar-condicionados	32
6.3	Cursos e Treinamentos	32
7	Conclusão	33

Lista de Figuras

Figura 1 – Genichi Kawakami.	9
Figura 2 – A Marca.	11
Figura 3 – Alguns Produtos.	12
Figura 4 – Linha de CNC's <i>Brothers</i>	14
Figura 5 – Robô de solda Panasonic.	15
Figura 6 – Pintura Tanque.	16
Figura 7 – Máquina de gravar carcaça do motor.	17
Figura 8 – Linha de Montagem B do motor.	17
Figura 9 – CLP Mitsubishi da máquina de injetar cola.	17
Figura 10a: Foto do sensor indutivo no suporte	26
Figura 10b: Vista lateral do sensor e do anteparo	26
Figura 11a: Teste de estanqueidade original	27
Figura 11b: Teste de estanqueidade com a cortina de luz	27
Figura 12: Foto da Calandra antes da reforma	28
Figura 13: Esquema hidráulico do projeto de reaproveitamento de água.....	29
Figura 14: Esquema elétrico referente a primeira situação apresentada	30
Figura 15: Esquema elétrico referente a segunda situação apresentada.....	30
Figura 16: Painel elétrico montado para o comando automático das eletroválvulas.....	31

1 Resumo

Trata-se de relatório de estágio no setor de manutenção da Yamaha Motor da Amazônia, o qual teve duração de 6 meses (24 semanas), com 40 horas semanais, somando-se, portanto, um total de 960 horas. Tal estágio foi bastante significativo para o conhecimento de um completo processo produtivo industrial, para o desenvolvimento e implementação de projetos de engenharia, para a análise e desenvolvimento de soluções na manutenção de equipamentos e maquinários industriais e também no aprendizado sobre a área empresarial. A *Yamaha Motor Corporation* possui 60 fábricas em 35 países e usuários dos seus produtos em mais de 180 países em todo o mundo. Em Dezembro de 2007 eram 46.850 funcionários. No Brasil, a fábrica da Yamaha está localizada na cidade de Manaus e está dividida basicamente em dois grandes grupos: a Yamaha Motor da Amazônia (YMA) e a Yamaha Motor Componentes da Amazônia (YMCA). Diferentes processos produtivos se encontram em cada um desses grupos que se completam para produzir um mesmo produto. Os produtos principais da Yamaha Motor da Amazônia são hoje motocicletas e motores de popa, onde alguns dos seus componentes são fabricados na Yamaha Motor Componentes da Amazônia, como, por exemplo, o motor e o tanque da moto. No cenário nacional de motocicletas, a Yamaha possui 15% do mercado de duas rodas. O estágio na Yamaha proporcionou ótima experiência de trabalho em campo junto à equipe técnica da manutenção, no reparo de máquinas industriais e participando de treinamentos internos para melhorar a capacitação técnica em relação ao funcionamento das máquinas. Também, obteve-se treinamentos para tratar com fornecedores de peças e equipamentos elétricos onde se mantém o estoque para a manutenção das máquinas. Foram implantadas reformas na parte elétrica de algumas máquinas para melhorar o sistema de segurança e/ou prevenir uma futura parada de máquina. O setor da manutenção trabalha com metas estabelecidas no ano anterior com base nos *Indicadores de Manutenção*, estes indicadores foram estudados para que futuramente pudessem ser discutidos com os engenheiros, supervisores, chefes e gerente do setor e, assim, estabelecendo novas metas para 2009. Juntamente com a equipe de *engenharia de manutenção* da Yamaha foram desenvolvidos projetos de cunho ambiental, de redução de gastos, de gerenciamento de energia e com o intuito de melhorar o tempo de resposta ao reparo em máquinas.

2 Introdução

Ao estagiar no setor de manutenção, da Yamaha Motor da Amazônia, foram desenvolvidas algumas atividades em campo e na parte administrativa do setor ao longo de seis meses.

As atividades em campo foram efetuadas fazendo-se reparos elétricos ou eletromecânicos nas máquinas industriais em chão de fábrica, como também, desenvolvendo e executando pequenos projetos de melhoramentos e/ou reformas nos maquinários obtendo, assim, experiência prática na área descrita e podendo, com isto, serem aplicados os conhecimentos teóricos adquiridos durante o curso de graduação.

Na parte administrativa da manutenção foram estudados e realizados procedimentos para aquisição de novos equipamentos e peças para o estoque da manutenção, como também a aquisição dos materiais necessários para as reformas de máquinas e para os projetos da engenharia de manutenção. Foram ofertados treinamentos para melhor entendimento do funcionamento das máquinas, como também, para aprimorar o conhecimento teórico, visando uma melhora no tempo de reparo das mesmas. Também foram estudados os indicadores de desempenho da manutenção, que relatam graficamente o desempenho do setor e as metas estipuladas para o ano corrente com base nos índices alcançados no ano anterior.

No corpo deste relatório será visto, no primeiro item, alguns processos históricos da *Yamaha Corporation*, com tópicos de abordagens de produtos e a situação de mercado da empresa antes da crise financeira.

Posteriormente serão apresentados os setores da Yamaha Motor, que podem ser divididos em diretos e indiretos. Setores diretos são os que estão imediatamente ligados a produção dos produtos finais e os indiretos são setores que dão suporte para a fábrica possa produzir (ex.: manutenção, recursos humanos, etc).

E finalmente, o setor de manutenção será abordado de modo a explicitar as atividades do setor e os tipos de manutenção existentes. Nesse tópico, também serão detalhadas as principais atividades desenvolvidas durante todo o período de estágio.

No Brasil, a Yamaha é hoje uma empresa em grande expansão devido a um forte aumento em sua demanda. Atualmente está dividida em dois grupos (Yamaha Motor e Componentes da Amazônia) e possui 13 galpões de produção dentro de sua fábrica, além disso, estão sendo construídos mais dois grandes galpões (G14 e G15) bem como está prevista a construção da Yamaha 2 na cidade de Manaus, que será uma ampliação

da atual fábrica. Portanto, para atender tamanha produtividade a Yamaha vem necessitando de ações que acompanhem seu crescimento, como, por exemplo, investimento em recursos humanos especializados, com isto, foi recrutada sua primeira turma de estagiários de engenharia do nordeste, onde se constitui de estudantes do último período de engenharia elétrica, mecânica, produção e química. Outras ações para acompanhar este crescimento serão vistas no decorrer deste relatório.

3 Yamaha Motor Corporation – História

A *Yamaha Motor Corporation Ltd.*, que inicialmente fazia parte da *Nippon Gakki Corporation Ltd.*, foi fundada em julho de 1955 como uma empresa independente, dedicada a fabricação de motocicletas. O seu fundador foi o Genichi Kawakami. A partir de então a Yamaha veio ampliando a sua área de ação até se destacar como fabricante de uma ampla gama de produtos que vem desde artigos esportivos e de lazer até equipamentos industriais.

Tudo começou com a motocicleta de 125 cilindradas “YA-1”, conhecida popularmente como “Akatombo” ou “libélula vermelha”. Foi a primeira motocicleta da Companhia, símbolo da qualidade, do desenvolvimento e da originalidade que desde então identificam a marca Yamaha.

Tomando por base a sua experiência na produção de motocicletas a Yamaha, começou em 1960 a fabricar motores de popa e não demorou a investir em novos setores como motores para automóveis, “*snowmobile*”, motores para múltiplos usos, geradores, bombas de água, karts de corrida, carros de golfe, equipamento para remoção de neve, motores diesel e veículos *off-road*. No setor náutico a Yamaha, desenvolveu a tecnologia de plástico reforçado com fibra de vidro, e atualmente fabrica motores, barcos a remo, veleiros, barcos para fins especiais, piscinas, motos aquáticas, pesqueiros e embarcações de carga. Hoje, a tecnologia Yamaha inclui a sua aplicação em robôs industriais, máquina de laminação rápida, ar condicionado, motores para aeronaves e geradores eólicos. Em sua busca constante de desenvolver maior e melhor qualidade, a Yamaha persegue insistentemente novos mercados e oportunidades comerciais, sem nunca perder de vista as necessidades futuras dos clientes, em todo mundo.

A *Yamaha Motor Corporation* possui 60 fábricas em 35 países e usuários dos seus produtos em mais de 180 países em todo o mundo [1].



Figura 1 – Genichi Kawakami.

3.1 Yamaha Motor do Brasil

A *Yamaha Motor Company*, com sede em Iwata, no Japão, instala no Brasil, em 1970, a Yamaha Motor do Brasil, com a intenção de importar e distribuir motocicletas, peças genuínas e prestação de serviços. Cinco anos mais tarde foi inaugurada oficialmente, na cidade de Guarulhos, São Paulo, a primeira indústria de motocicletas do País. Em 1974 é então, fabricada a moto “RD 50”, logo afetuosamente chamada de “cinquentinha”, a primeira motocicleta nacional. Em seguida, a Yamaha apresentou os modelos “RD 75” e “RS 125”, proporcionando ao consumidor uma ascensão gradativa do modelo de 50 cilindradas.

Em 1981, inicia as exportações e é constituído a Yamaha Administradora de Consórcio S/C Ltda., subsidiária da Yamaha Motor do Brasil. Em 1985, a Yamaha consolidou ainda mais suas raízes no Brasil, inaugurando na Zona Franca de Manaus a sua segunda fábrica, a Yamaha Motor da Amazônia [1].

3.2 A Marca Yamaha

O nome da marca Yamaha usada pela Yamaha Motor originou-se no nome de Torakusu Yamaha, o fundador de sua companhia matriz, Nippon Gakki (atual *Yamaha Corporation*). Torakusu Yamaha nasceu em 1851 - o terceiro filho de um astrônomo que serviu ao clã Kishu Tokugawa - numa era em que o Japão presenciava enormes reformas à medida que se transformava de um país feudal numa sociedade moderna.

Aos 35 anos, consertava órgãos avariados numa escola primária em Hamamatsu quando lhe veio a idéia de construir ele mesmo os órgãos. Superou grandes dificuldades e teve sucesso na produção do primeiro órgão feito no Japão em 1887. A *Yamaha Reed Organ Manufacturing Company* foi montada em 1888. Ele fundou a companhia Nippon Gakki e foi o seu primeiro presidente em 1897.

O emblema da Yamaha Motor, um arranjo de três diapasões usados para afinar instrumentos musicais, foi definido pela Nippon Gakki em 1898 e tem sido usado pela Yamaha Motor desde a sua fundação.

Os três diapasões no emblema original incorporavam a idéia de "três braços: produção, *marketing* e tecnologia ousadamente ascendendo para o mundo."

Hoje a Yamaha Motor acrescenta sua própria definição ao emblema, de "clientes, sociedade e indivíduos". O que representa os três elementos da sua filosofia corporativa - a criação de valor que sobrepõe as expectativas do cliente, a realização das nossas responsabilidades sociais e a concretização de um ambiente corporativo no qual cada indivíduo pode se orgulhar de seu próprio trabalho.

Desta forma, o nome Yamaha e o emblema do diapasão, que está ilustrado na Figura 2, têm representado por mais de um século, desde o tempo de Torakusu Yamaha, a continuação de um espírito de entusiasmo empresarial e de fabricante [1].



Figura 2 – A Marca.

3.3 Exportação e Importação

A Yamaha Motor do Brasil exporta motocicletas hoje em dia para 34 países no mundo, distribuídos como segue no Gráfico 1, e importa de 10 países.



Gráfico 1 – Vendas por região do mundo.
Fonte: YMA, 2008.

3.4 Produtos

Os produtos principais da Yamaha Motor da Amazônia são motocicletas, motores de popa, kits de reposição e kits de motos completas desmontadas, que são

vendidas para outros países. São produzidas motos que possuem de 115 a 660 cilindradas. Na Figura 3 temos alguns modelos de motos fabricadas na empresa.

Os motores de popa têm pouca variação no produto, sendo diferenciados apenas pela potência. No caso, os motores produzidos são de 15, 20, 25, 40 HP (*Horse-Power*).



Figura 3 – Alguns Produtos.

3.5 Mercado

No cenário nacional de motocicletas, a Yamaha possui 15% do mercado de duas rodas. O *Market share* do pólo de duas rodas pode ser visto de uma forma geral no Gráfico 2.

A Yamaha possui como principais concorrentes a *Moto Honda*, a *Sundown*, a *Suzuki*, a *Harley Davdson* e a *Dafra Motos*.

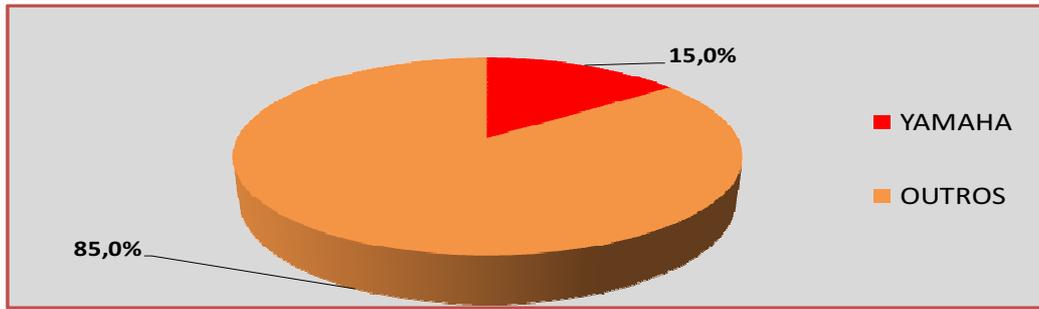


Gráfico 2 – Market share do pólo de duas rodas.

No período de 2000 a 2007 a empresa cresceu praticamente 5 vezes na produção de motocicletas. Passou de uma produção de 56.216 para 264.641 motocicletas por ano como podemos ver no Gráfico 3. As previsões indicavam um crescimento ainda maior, mas a produção foi afetada pela crise econômica que atingiu toda a economia mundial. Foi necessário tomar medidas como: alterar o plano de produção, reduzir gastos e desperdícios como forma de minimizar os efeitos da crise [1].

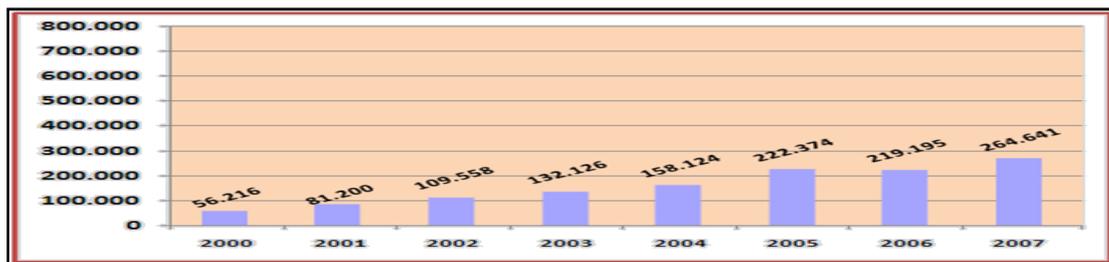


Gráfico 3 – Vendas de motocicletas anuais.

4 Setores da Fábrica:

A fábrica da Yamaha está dividida basicamente em dois grandes grupos: a Yamaha Motor da Amazônia (YMA) e a Yamaha Componentes da Amazônia (YCA). Diferentes processos produtivos se encontram em cada um desses grupos que se completam para produzir um mesmo produto. Durante cinco meses, estagiei no setor de manutenção da fábrica da Yamaha Motor da Amazônia, em tempo integral, com 8 horas diárias, totalizando 40 horas semanais e 800 horas de estágio.

Na indústria pude conhecer os diversos processos produtivos diretos e indiretos, os quais são usados na fabricação de alguns produtos. Tais processos diretos são representados genericamente pela fundição, usinagem, estamparia, solda, galvanoplastia, pintura, montagem e embalagem. Esses muitas vezes são subdivididos

em outros grandes processos. Existem também processos de tratamentos ou testes intermediários que são de extrema importância para produção. Os processos indiretos, porém de alta significância para o processo produtivo são representados por setores como GQ, manutenção, engenharia industrial, engenharia de produto, TPM, RH, administração, almoxarifado, compras, etc. Assim, o conjunto de todos esses setores, forma um complexo sistema de produção capaz de obter vários modelos de motos e motores de popa como produtos finais.

4.1 Setores diretos:

Fundição

Este setor se encontra na Yamaha Componentes (YCA). Ele possui máquinas injetoras de alta e baixa pressão, capazes de derreter o alumínio e moldá-los fabricando, assim, peças como carcaça do motor e outras.

Usinagem

O setor de usinagem está instalado na YCA. Ele usina peças do motor como virabrequim, carcaça, etc. Para executar tais processos, o setor está equipado com CNC's dos tipos *Brother* e *Fanuc*.



Figura 4 – Linha de CNC's *Brothers*.

□ **Estamparia**

A estamparia está situada na YMA e tem como objetivo dar forma e tamanho correto as peças do chassi, garfo, cano de escape e tanque da moto através de máquinas como prensas, dobra-tubos, tornos, etc.

□ **Solda**

No setor de solda podemos verificar a existência da solda ponto, solda costura, solda rotativa, solda MIG e solda TIG. Este, apesar de ser um setor grande fisicamente, é considerado o setor gargalo da fábrica, pois é um ambiente bastante hostil, onde há muita quebra de máquina, operadores fadigados e, também, possui o maior índice de acidentes. Nas linhas de solda da fábrica são soldados basicamente peças do chassi, cano de escape e o tanque da moto. Recentemente, foi instalada uma linha de robôs de solda da marca Panasonic.



Figura 5 – Robô de solda Panasonic.

□ **Galvanoplastia**

O setor de galvanoplastia da fábrica se encontra na YMA e faz uso de produtos químicos com banhos de metais pesados. Basicamente este setor faz a cromação do cano de escape das motos.

□ **Pintura**

O setor de pintura da Yamaha está localizado na YMA e é subdividida em pintura metal, pintura ABS e pintura tanque. A parte de pintura metal pinta o chassi e o garfo da moto, a subdivisão pintura ABS pinta as partes plásticas e a o setor de pintura tanque pinta o tanque da moto. Todos esses tipos de pinturas e o processo de

galvanoplastia possuem uma ETE (estação de tratamento de efluentes) para tratamento dos resíduos antes de serem descartados na natureza para que fiquem de acordo com as normas ambientais.



Figura 6 – Pintura Tanque.

□ Montagem

O setor de montagem da Yamaha se encontra na YMA e está composto pelas linhas de produção, *BIG* onde se fabricam motos mais caras (normalmente para exportação), linha B e a linha C. Essas linhas fazem a montagem completa do motor e os testes finais dos mesmos e em seguida fazem a montagem completa da moto e os testes de validação final por uma equipe de testes de qualidade do GQ.

Normalmente essas linhas estão subdivididas em duas: uma linha somente para o motor e outra linha somente para a parte do chassi. A linha do motor está composta basicamente pelas seguintes máquinas principais: máquina de gravar o número na carcaça do motor (ou simplesmente máquina de gravar carcaça), máquina de prensar o virabrequim na carcaça, máquina de injetar cola na carcaça e máquina de dosar óleo no motor. Existe também o quadro do CLP que controla o *conveyor* (transportador) da linha de montagem. Durante o processo de montagem, existem algumas pequenas máquinas usadas pelos operadores para aplicação de torque exato, etc. quando o motor termina de ser montado, ele vai pra uma cabine para ser testado e, em seguida, se for aprovado, o mesmo é conduzido para a linha de montagem do chassi.

Na linha do chassi existem algumas máquinas padrão: máquina de prensar corrediça, máquina de gravar o número do chassi (ou máquina de gravar chassi), máquina de injetar combustível e o CLP que controla o *conveyor* (transportador) da

linha do chassi. Ao término da montagem da moto, esta passa por testes finais. As motos aprovadas seguem para embalagem e as reprovadas para o retrabalho.



Figura 7 – Máquina de gravar carcaça do motor.



Figura 8 – Linha de Montagem B do motor.

Quase todas essas máquinas da montagem possuem CLP's Mitsubishi da série Q, porém também se pode encontrar série A e FX.



Figura 9 – CLP Mitsubishi da máquina de injetar cola.

□ **Embalagem**

A embalagem é o processo final da moto na fábrica. Pois apenas as motos montadas, testadas e aprovadas serão embaladas. Esse setor se situa na YMA dando seqüência à montagem. Nesse processo, a moto recebe um banho de óleo protetor através de cortinas pulverizadoras e em seguida são parcialmente desmontadas e encaixotadas. Depois dessa etapa as motos já podem ser transportadas para os pontos de revenda.

5 Manutenção

Este estágio foi desenvolvido no setor de Manutenção da Yamaha, onde este é um setor indireto, pois não trabalha diretamente na produção de motos, mas tem como principal responsabilidade manter as linhas de produção em perfeito estado de funcionamento, para que não ocorra redução na produção por falta de condições estruturais, como por exemplo, máquina parada, falta de energia elétrica, corte no fornecimento de água, etc.

A Manutenção atende todos os setores da fábrica, ou seja, presta serviço a todos os setores diretos ou indiretos, sendo assim, seus funcionários têm acesso livre em toda fábrica. Com isto, podendo-se conhecer todos os processos que envolvem a produção.

5.1 Ordens de Serviço (OS)

Para qualquer serviço prestado pelo corpo técnico da Manutenção são abertas Ordens de Serviço pelos setores solicitantes (Clientes).

As OS's são importantes e indispensáveis para os dois lados (Manutenção e seus clientes), pois comprova a solicitação do serviço, se o mesmo foi realizado, em quanto tempo foi realizado e para qual centro de custo (Setor) foi realizado este serviço.

Todas as OS's são inseridas em um banco de dados (ENGEMAN), onde se armazena a descrição, a máquina, o tempo de reparo e o setor onde ocorre o problema. Assim, este programa de banco de dados ENGEMAN pode gerar relatórios e gráficos para se obter informações sobre o histórico de quebras.

Outra importância da OS é fornecer dados suficientes para alguns tipos de *indicadores de manutenção*, como por exemplo, quantidade de longa parada, quantidade de quebra de máquinas, entre outros que serão apresentados a seguir.

5.2 Indicadores de Manutenção

Durante o ano são feitas as coletas dos principais fatores que o setor da Manutenção deve abordar. Estes fatores tratados em forma de índices ou dados absolutos, assim, sendo chamados de *indicadores de manutenção*. Com base dos indicadores do ano anterior se traça metas para o ano consecutivo.

Reuni-se um conselho que envolve o Gerente, Chefes, Supervisores e Engenheiros da Manutenção para traçar metas para o ano seguinte. Assim, as metas de 2009 já foram traçadas com base dos indicadores de 2008. Estas metas são apresentadas a diretoria e, assim, passam a ser objetivos que serão avaliados no final do ano corrente.

A seguir será apresentada a descrição de cada indicador e algumas das metas para o ano de 2009.

5.2.1 Tipos de Indicadores

Consumo de Água: Histórico o consumo mensal de água em m³/funcionário. A meta da Manutenção para 2009 é obter uma redução no consumo de água da fábrica de 7% em relação ao consumo médio do ano anterior.

Consumo de Energia: Histórico do consumo mensal de energia apresentado em consumo de energia por carga de máquina. A meta para 2009 é reduzir 2% em relação a 2008.

Índice de custo da Manutenção: Histórico mensal do custo absoluto da manutenção dividido pelo custo absoluto da produção.

Quantidade de longa parada: Quando o tempo de reparo de uma máquina, que está sofrendo uma ação corretiva, for superior a 5 horas, deve ser considerado uma longa parada de máquina. Assim, este indicador é obtido pela soma de todas as paradas de máquina ocorridas a cada mês.

Quantidade de quebra de máquinas: Soma de todas as quebras de máquinas das linhas de produção.

Horas de paradas de máquinas: Quantidade total de horas de máquinas das linhas de produção, para reparo emergencial.

Frequência de quebra: É relacionada pela quantidade de quebra dividida pela carga de máquina

Intensidade de quebra: Índice obtido pela quantidade de horas de máquina parada dividida pela carga de máquina.

MTTR (Mean time to recovery): Tempo de reparo médio de ações corretivas nas máquinas. Mede o tempo médio que o problema é solucionado pelo corpo técnico.

MTBF – Mean Time Between Failures: Valor atribuído a um determinado dispositivo ou aparelho para descrever a sua confiabilidade. Este valor atribuído indica quando poderá ocorrer uma falha no aparelho em questão. Quanto maior for este índice, maior será a confiabilidade no equipamento e, conseqüentemente, a manutenção será avaliada em questões de eficiência.

5.3 Tipos de manutenção

As manutenções das máquinas podem ser divididas em alguns tipos, sendo determinados pelo modo de abordagem aos problemas. Em todos estes tipos puderam ser aplicados conhecimentos teóricos relacionados à análise de problemas, como também ser adquiridos importantes conhecimentos práticos com o corpo técnico.

A seguir serão listados todos os tipos de manutenção que pode ser aplicados em uma indústria, porém apenas a manutenção corretiva, autônoma e preventiva são utilizadas pela Manutenção da Yamaha.

5.3.1 Manutenção corretiva

Tal manutenção é considerada prioridade para a produção, pois devido à urgência dos processos produtivos para atender a demanda dos clientes, uma máquina parada é capaz de atrasar a produção completa de um determinado item gerando baixa nos indicadores de desempenho do tipo *OEE, Produtividade, Eficiência, Performance, MTTR*, etc. A manutenção corretiva é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção. Pode sintetizar-se pelo ciclo "quebra-repara", ou seja, o reparo dos

equipamentos após a avaria. Constitui a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. Este tipo de manutenção conduz a:

- Baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- Paradas para manutenção em momentos aleatórios e muitas vezes, inoportunos por corresponderem a épocas de ponta de produção, a períodos de cronograma apertado, ou até nas épocas de crise geral;

É impossível eliminar completamente esse tipo de manutenção, pois não se pode prever em muitos casos o momento exato em que se verificará um defeito que obrigará a uma manutenção corretiva de emergência. Constantemente, a produção na Yamaha aciona a manutenção através de ordens de serviço para a realização de algum serviço urgente, ou não, em suas máquinas. Dessa forma, na Yamaha, a manutenção faz uso de recursos de pessoal previamente treinado, ferramentas necessárias, manuais detalhados e atualizados, um bom almoxarifado bem inventariado e organizado, registro de defeitos e tempo de reparo, classificados por equipamentos e por cadeias produtivas, investimento em treinamentos periódicos dos técnicos de manutenção para capacitação (como treinamentos de CLP Mitsubishi, Robô de solda Panasonic, CNC Fanuc, Sistemas de Vapor, Sistemas hidráulicos e pneumáticos, etc.), reciclagem e atualização periódicas dos chefes e dos técnicos de manutenção, etc [2].

5.3.2 Manutenção Autônoma

A Manutenção Autônoma deve ser realizada pelos operadores das máquinas. Esta, por sua vez, está relacionada à conservação do bom estado da máquina por meio de uma manutenção de fácil aplicação como a limpeza da máquina, lubrificação da mesma, troca de peças como filtros, checagem de pequenos apertos necessários, etc. Para que se possa aumentar a vida útil do equipamento e evitar quebras por falta de condições ideais de funcionamento.

O grande problema deste tipo de manutenção é a falta de consciência por parte do operador. Para resolver este problema deve ser implantada uma cultura interna da empresa para que cada colaborador crie este hábito.

5.3.3 Manutenção Preventiva

A Manutenção Preventiva também é bastante aplicada de forma programada em todos os setores produtivos da fábrica. Este tipo de manutenção é de alta importância para o bom desempenho da produção, pois envolve melhorias a serem feitas com relação à segurança e para prevenir quebras futuras devido a problemas que ainda não interferiram diretamente no funcionamento da máquina, entretanto podem vir a se agravar com o passar do tempo. Tal manutenção consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros.

5.3.4 Manutenção Preditiva

A Manutenção preditiva é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de CONDIÇÃO ou DESEMPENHO, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. O objetivo deste tipo de manutenção é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. É a primeira grande quebra de paradigma na manutenção, e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. Este tipo de manutenção ainda é aplicado de forma pouco intensa e eficiente, porém estudos nessa área estão cada vez mais sendo desenvolvidos, pois é um modelo de manutenção ideal quando se deseja o mais alto rendimento de uma máquina com um ínfimo índice de quebra [2].

5.3.5 Manutenção Detectiva

A Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar FALHAS OCULTAS ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, sistemas digitais de controle distribuídos - SDCD, multi-loops com computador supervisor e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o

advento de computadores de processo. A principal diferença entre essa e a manutenção preditiva é o nível de automatização. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros; na manutenção detectiva, o diagnóstico é obtido de forma direta a partir do processamento das informações colhidas junto à planta. Há apenas que se considerar, a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de falhas, sendo esta possibilidade muito remota. De uma forma ou de outra, a redução dos níveis de paradas indesejadas por manutenções não programadas, fica extremamente reduzida. Na Yamaha este tipo de manutenção já é praticado devido à automação já existente nas máquinas. Porém, somente agora, com a criação e desenvolvimento de projetos de automação na fábrica, por parte do setor de Manutenção, este modelo de manutenção está começando a ganhar forças para evoluir [2].

5.4 Sub-setores da Manutenção

O setor da Manutenção divide-se em dois sub-setores e um grupo especial de projetos, denominado Engenharia da Manutenção. Cada sub-setor têm um chefe, um supervisor, encarregados, engenheiros e técnicos exclusivos. Estes sub-setores serão descritos a seguir.

5.4.1 Manutenção Fabril

Este sub-setor é responsável por manter todas as máquinas das linhas de produção em perfeito estado de funcionamento para que o setor da Produção possa alcançar suas metas de fabricação. Para isto, a Fabril aplica todos os tipos de manutenção descritos anteriormente.

Neste período de estágio todos os estagiários de engenharia foram alocados neste sub-setor, para que se pudesse aprender, na prática, o funcionamento dos maquinários existentes tanto na Yamaha Motor, quanto na Yamaha Componentes.

Puderam-se atender várias OS's, sempre com o acompanhamento dos técnicos, verificando defeitos elétricos e/ou eletromecânicos das máquinas e, com isso, analisando e sugerindo uma solução para tais problemas.

5.4.2 Manutenção Predial

A manutenção predial é responsável por toda a parte estrutural das duas fábricas da Yamaha, que envolve a manutenção no fornecimento de energia de todos os setores da fábrica, a manutenção nos aparelhos de ar-condicionados, a manutenção do fornecimento de água e, também, é responsável por fiscalizar todos os serviços terceirizados que envolvem qualquer uma destas responsabilidades citadas.

A predial está dando muito suporte aos projetos que estão sendo desenvolvidos pelo grupo de Engenharia de Manutenção, pois a maior partes destes estão melhorias na parte estrutural da empresa. Estes projetos serão apresentados a seguir.

5.4.3 Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é uma nova concepção de manutenção que está sendo implantado no setor. Praticar engenharia de manutenção é deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, dar *feedback* ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Ainda mais: aplicar técnicas modernas e estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo [2].

O setor de Manutenção da Yamaha possui uma matriz de projetos de engenharia para serem desenvolvidos ao longo dos próximos anos. Parte desses projetos já começaram a ser implementados junto à equipe de estagiários de engenharia elétrica e mecânica. Dessa matriz de projetos, estão sendo implementados os seguintes projetos:

- **Projeto Otimização do Uso de Ar Condicionado:** fazer racionamento energético através da redução do uso de ar condicionado.
- **Projeto Quadro Sinóptico:** desenvolver e implementar um sistema supervisorio para verificação do Status das máquinas em processo produtivo visando à redução do tempo de resposta da Manutenção e avaliação do processo de forma sistemática.
- **Projeto de Gerenciamento de Energia:** implementar um sistema de automação para gerenciar a energia de cada setor da fábrica e efetuar o controle de cargas.

- **Projeto de Reciclagem de Solvente:** reaproveitar grande parte do solvente descartado nos processos de pintura.
- **Projeto de Reaproveitamento da Água das Pinturas:** reaproveitar parte da água usada nos processos da fábrica nos banheiros e em outros processos.
- **Projeto de Redução do Consumo de Energia:** Desenvolver sistemas e fazer melhorias para obter redução no consumo energético da fábrica.

6 Atividades Desenvolvidas:

Neste tópico serão citadas algumas das atividades desempenhadas durante o estágio, que estão diretamente relacionadas com a teoria estudada no curso de engenharia elétrica. Nestas atividades, por exemplo, foram feitas análises de circuitos, projeto e desenvolvimentos de sistemas de automação e alterações em sistemas eletromecânicos.

6.1 Reforma e melhoramento de maquinários

Para minimizar as quebras em máquinas ou para aumentar a segurança dos operadores, a manutenção realiza trabalhos de reformas e melhorias no maquinário da fábrica, solicitando verba para investimento à diretoria.

Durante o período de estágio foram desenvolvidos projetos de melhoria e reformas em algumas das máquinas das linhas de trambulador, da carcaça do motor e do escape da moto na Yamaha Componentes.

6.1.1 Melhoramento no torno da linha do trambulador

Para resolver um problema de segurança, foi adaptado um sensor indutivo ao sistema de emergência do torno mecânico, que faz o acabamento de um dos componentes do motor da moto, chamado de trambulador.

O problema detectado foi que a máquina continuava usinando a peça mesmo que o pino de proteção seja retirado, podendo ocasionar um acidente de trabalho. Para que isto não ocorra, foi adicionado um sensor indutivo para detectar a presença deste pino. Porém, por falta de espaço físico, teve-se que adaptar uma base de fixação para o sensor

e um anteparo para que o sensor pudesse detectar o metal, pois a distância máxima de detecção é dois milímetros.

Este sensor indutivo é um dispositivo que fecha um contato elétrico ao detectar a presença de metal, podendo-se considerar este comportamento idêntico a uma chave normalmente fechada, sendo assim, o mesmo foi ligado em série com a botoeira de emergência da máquina, que também tem um contato normalmente fechado. Caso um dos dois dispositivos for acionado, o CLP detecta esta variação e executa a operação de emergência da máquina.



Figura 10a:Foto do sensor indutivo no suporte



Figura 10b: Vista lateral do sensor e do anteparo

6.1.2 Implantação da cortina de luz nos testes de estanqueidade

Como se pode observar na figura 11a, as máquinas que testam o nível de vazamento da carcaça do motor (Testes de Estanqueidade) apresentam uma porta de proteção, onde esta fecha automaticamente antes do cilindro superior baixar, para evitar que o operador prenda a mão entre a carcaça e o cilindro. Também existe um sensor de segurança na parte inferior da porta, pois se um operador colocar a mão antes da porta fechar completamente, este sensor entrará em contato com o mesmo e acionará o sistema de segurança.

Este sistema com porta apresenta muito problema de manutenção e, com isso, a segurança fica comprometida. Sendo assim, foi solicitado que houvesse uma troca da porta por uma cortina de luz de categoria 4¹ de segurança industrial (vide figura 11b).

A cortina de luz é constituída de um emissor e um receptor de raios infravermelhos. Esta detecta qualquer objeto que impeça a passagem de um destes raios e envia um sinal para um relé de segurança microcontrolado, que corta a alimentação das válvulas solenóides existentes no maquinário e, ao mesmo tempo, envia um sinal de segurança ao CLP.

O maior empecilho encontrado nesta reforma foi a modificação no programa LADDER do CLP, pois existia um sensor indutivo que indicava que a porta estava fechada e, com isso, existia várias condições de falhas da porta. Logo após testado e aprovado pela Produção a máquina foi liberada para ser utilizada nesta linha.



Figura 11a: Teste de estanqueidade original



Figura 11b: Teste de estanqueidade com a cortina de luz

6.1.3 Reforma da Calandra

Em máquinas muito antigas que têm um histórico de quebras acentuado, são realizadas reformas, para minimizar esse número de paradas de máquina. Como esta máquina do fabricante Calandra, que estampa o escape da moto, estava apresentando um alto índice de quebras, foi feita uma solicitação de investimento para que se pudesse realizar uma reforma na mesma.

¹ Categoria 4: A categoria de segurança mais rigorosa definida dentro das Normas Internacionais EN 954-1/ISO 13849-1. Todo maquinário que pode envolver danos a saúde humana deve possuir equipamentos de proteção com Categoria 4. [3]

Foram trocados todos os componentes elétricos, mecânicos e eletromecânicos que estavam em estado de conservação duvidosos. Foi utilizada como modelo a máquina nova de estampar o escape, para que a maioria das peças de reposição sejam similares.

O painel elétrico foi substituído completamente por um novo, onde todos seus componentes foram adquiridos exclusivamente para esta reforma. O esquema elétrico da máquina nova foi estudado para que se pudesse adaptar em sua totalidade ao sistema da máquina que foi reformada. Este novo painel foi confeccionado na Manutenção.



Figura 12: Foto da Calandra antes da reforma

6.2 Participação nos projetos da Engenharia de Manutenção

Cada projeto desenvolvido pela engenharia de manutenção tem seus líderes e executores, porém houve uma colaboração de todo o grupo que formava este sub-setor. Com isto, serão apresentadas a seguir algumas destas ajudas prestadas à parte dos projetos.

6.2.1 Quadro de comando do projeto de reaproveitamento de água

Foi projetado e montado um quadro de comando para controlar duas eletroválvulas, que precisavam ser automatizadas no sistema de caixas d'água do projeto de reaproveitamento de água.

O projeto consiste em reaproveitar a água tratada do processo da Pintura Metal, para outros fins, como, por exemplo, descargas dos banheiros, água dos testes do motor

de popa, entre outros. O esquema hidráulico deste sistema pode ser visualizado na figura 13.

O problema de automação pode ser dividido em duas partes independentes. A primeira situação é a falta de água no processo da pintura, que implicaria em uma falta de água nas caixas e, para evitar esta situação, seria acionada automaticamente uma válvula que habilitaria a passagem da água da rede de distribuição, para alimentar o sistema.

A outra situação é o oposto da primeira, pois ocorreria quando o consumo da água de reaproveitamento fosse inferior a água que está sendo adicionada no sistema. Neste caso, a tubulação de escape de água terá uma vazão inferior a do motor- bomba que alimenta o sistema, podendo ocasionar um transbordamento de água pela tampa das caixas. Para evitar esta situação, foi adicionado um sistema automático de abertura de uma válvula que escoar a água diretamente para o sistema de esgoto.

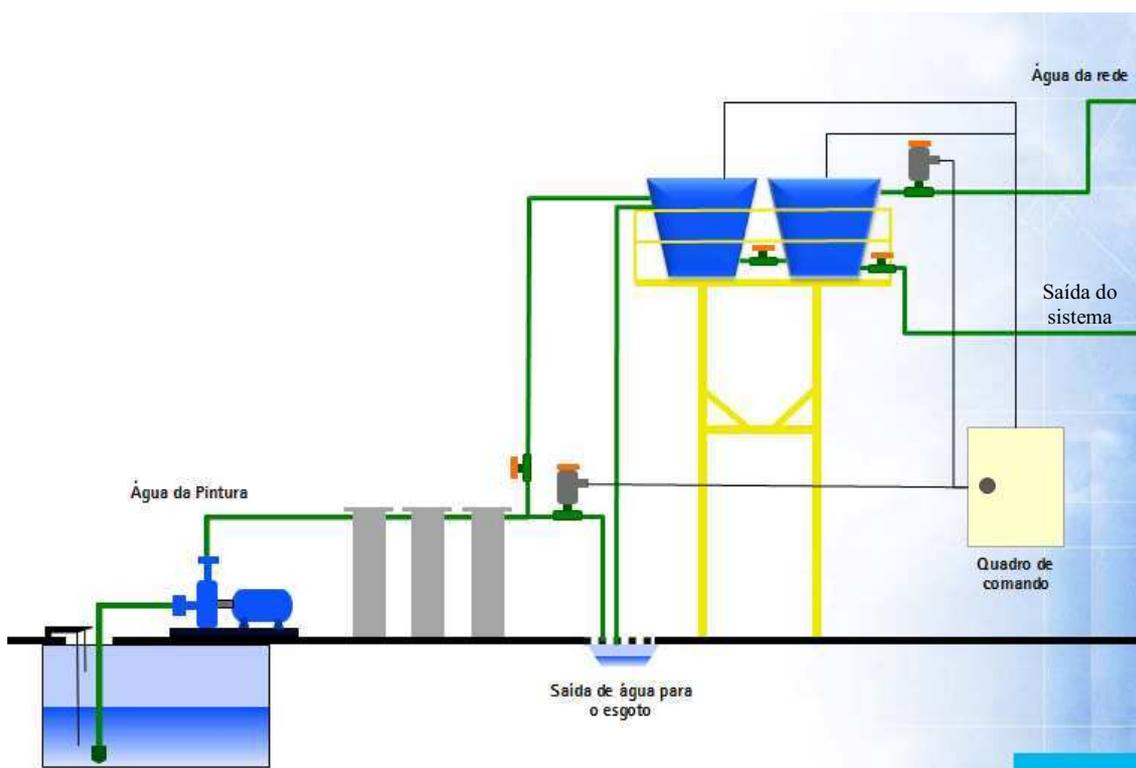


Figura 13: Esquema hidráulico do projeto de reaproveitamento de água

Para solucionar a primeira situação foram adicionadas duas bóias elétricas em uma das caixas d'água, para indicarem nível baixo e nível alto, onde o primeiro nível faz abrir a válvula e o segundo nível faz com que a mesma seja fechada. Foram adicionados relés temporizados no sistema para que o estado de regime permanente das

bóias seja alcançado antes que seja enviado o comando para a eletroválvula. E também, foi adicionado um modo manual de manipulação das válvulas, caso ocorra algum problema no sistema.

O esquema elétrico desta primeira situação pode ser visualizado a seguir. Quando a água atingir o nível superior, a bóia B_s fecha seu contato e energiza a bobina do temporizador T1, com isso, o relé R1 é acionado e faz com que a válvula seja fechada (V_f é acionado). Ao baixar o nível da água, a bóia B_i abre seu contato fazendo com que R1 seja desenergizado e, com isso, a válvula seja aberta (V_a é acionado).

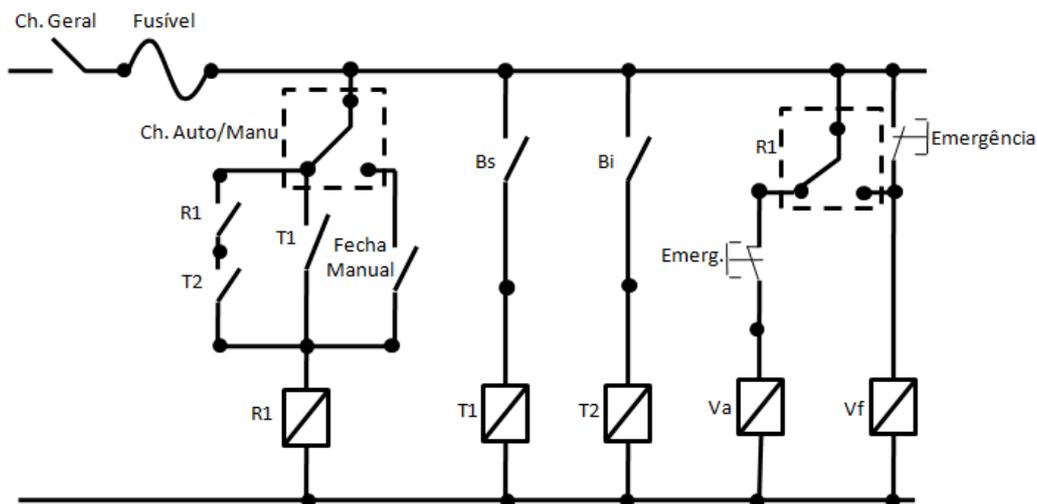


Figura 14: Esquema elétrico referente a primeira situação apresentada

O esquema elétrico desta segunda situação pode ser visualizado abaixo. Quando o nível de água máximo é ultrapassado a bóia B_{max} fecha seu contato acionando o temporizador T3 e, após alguns segundos, seus contatos mudam de estado, fazendo com que a válvula seja aberta (V_{a2} é acionado). Em condições normais a válvula permanece fechada (V_{f2} é acionado).

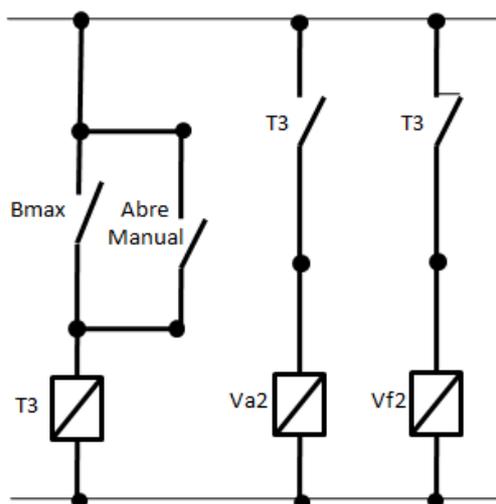


Figura 15: Esquema elétrico referente a segunda situação apresentada

O painel de comando que foi montado para o sistema de controle automático das eletroválvulas pode ser visualizado na figura abaixo.



Figura 16: Painel elétrico montado para o comando automático das eletroválvulas

6.2.2 Apoio técnico ao projeto de redução de energia

Foi dado um apoio técnico e teórico no projeto de redução do consumo de energia da fábrica. Onde se puderam dar várias sugestões que foram implantadas, como, por exemplo, a instalação de relés foto elétricos e controladores horários nos sistemas de iluminação superior de alguns galpões da fábrica e um estudo para melhorar o desempenho do aquecimento das estufas que funcionam com bancos de resistências.

6.2.3 Liderança no projeto de otimização no uso dos ar-condicionados

Foi desenvolvido um projeto de redução do consumo de energia dos ar-condicionados da fábrica, onde se pôde liderar um grupo de técnicos para fazer a montagem e instalação de equipamentos que evitariam o uso desnecessário destes aparelhos.

Estudou-se o funcionamento interno dos condicionadores de ar e, com isso, foi colocado um limitador de temperatura para que seus compressores permanecessem menos tempo acionados, reduzindo, assim, o consumo de energia elétrica. Também foram implantados controladores horários que impedem que estes aparelhos permaneçam ligados desnecessariamente após o término do expediente.

Com esse projeto se reduziu cerca de 30% do consumo de energia elétrica no setor que foi implantado o sistema.

6.3 Cursos e Treinamentos

Durante todo o estágio se pôde participar de alguns cursos e treinamentos para aprimorar o conhecimento em várias áreas, principalmente na área de engenharia elétrica.

Participou-se de um curso de CLP Mitsubishi, onde se pôde aprender funções básicas deste equipamento e desenvolver novas técnicas de programação em CLP. Este curso é de grande utilidade para Manutenção, pois existem algumas máquinas na fábrica que utilizam este controlador.

Obteve-se um treinamento das principais simbologias da norma japonesa (JIS – Japanese International System), onde se pode aplicar este conhecimento em vários diagramas elétricos de máquinas japonesas existentes na fábrica.

Por existir mais de trinta centros de usinagem, que utilizam comandos numéricos computadorizados (CNC), também foi feito um treinamento para obter um conhecimento básico deste sistema.

Também foram realizados outros treinamentos que envolvem a parte administrativa da Yamaha, como, por exemplo, o procedimento de compra para estoque e para investimento.

7 Conclusão

O estágio realizado na Yamaha Motor da Amazônia foi efetuado entre os dias 11 de Agosto de 2008 e 5 de Fevereiro de 2009 e garantiu experiências significativas para a formação do curso de engenharia elétrica.

Durante o estágio pôde-se perceber aspectos positivos e negativos existentes em uma grande indústria. Percebeu-se que a Yamaha tem a característica de produzir produtos de excelente qualidade, dominando 15% do mercado interno e competindo com grandes empresas multinacionais de mesmo porte no mercado interno e externo, porém, ainda existem muito desperdício e falhas internas que fazem com que o valor dos seus produtos sejam elevados.

A Yamaha Corporation está investindo muito no ramo de motocicletas, com isto, está havendo uma taxa de crescimento acentuada na Yamaha Motor da Amazonia, porém, por falta de mão-de-obra qualificada alguns setores da empresa estão mal-estruturados. Assim, a corporação está iniciando o investimento em mão-de-obra qualificada para evitar certos desperdícios e organizar os setores.

Em relação ao aspecto tecnológico, a Yamaha ainda carece de um suficiente nível de automação que lhe proporcione maior dinamismo e celeridade nos processos de fabricação, como também, precisa de maior organização para enquadramento nas normas ambientais e requer um reaproveitamento de materiais reutilizáveis, como água, e energia elétrica. Desta forma, a solução de tais problemas diminuiria os gastos com a produção e garantiria um aumento em sua eficiência.

Os projetos e atividades desenvolvidas durante o estágio foram de grande valia para o enriquecimento do conhecimento prático, teórico e profissional na área de engenharia. E também, pôde-se contribuir para uma melhora nos pontos falhos da empresa.

Afora dos campos didáticos da universidade, foi possível conviver e aprender com a área de gestão empresarial já que os projetos enfrentavam diariamente a necessidade de gerenciar com eficiência e economia a produção da fábrica, e também impunha a necessidade de um comportamento dinâmico e maleável atrelado às circunstâncias de compra e gerenciamento dos produtos dos projetos.

Por fim, é visível que os pontos positivos superam os negativos, e ainda assim estes têm sido gradativamente solucionados com a expansão de projetos na área de engenharia e o treinamento de estagiários para futura contratação.

Referências Bibliográficas

- [1] Página da internet “<http://www.yamaha-motor.com.br/>”.
- [2] João Maria Câmara. Apostila “Manutenção elétrica industrial”.
- [3] Página da internet “<http://www.tuvbrasil.com.br/index.asp>”