

Uso da Tecnologia Digital na Impressão Fotográfica

Marcos Rogério Carta Muniz / Noritsu do Brasil Ltda

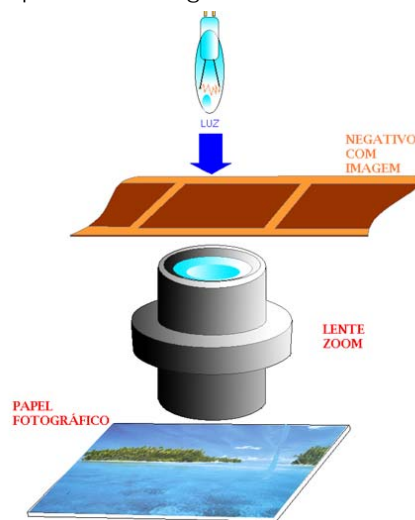
A fotografia envolve os aspectos mais profundos da física e hoje se pode dizer que este ramo de atividade envolve todos os campos de tecnologia.

Aos poucos o mercado fotográfico vem absorvendo gradativamente a tecnologia digital sendo esta uma consequência normal do fato de os computadores hoje possuírem muita facilidade de manipulação de imagens.

Antes a única forma de registrar uma imagem de forma barata, era tendo uma câmera e filme, e quanto mais recursos esta câmera possuía, melhor era a qualidade das imagens registradas no filme em seu interior.

Como as câmeras eram na verdade caixas pretas com lentes de ampliação e o filme faziam às vezes da chapa de acetato com sais de prata que registrava o que se chama de imagem latente, a única forma de formar a imagem definitiva no filme era passando-o por um processo químico, obtendo-se assim o negativo.

Imagem 1 – Processo de impressão analógica.



O negativo por sua vez para ser passado para o papel fotográfico precisava ser passado por um equipamento de impressão conhecido como impressora analógica.

Este equipamento era composto de uma fonte de luz (uma lâmpada halógena equilibrada) que emitia sua luz através do filme e esta projeção por sua vez era ampliada por uma lente e registrada no papel fotográfico de maneira análoga.

O papel após processado em um banho de químicos revelava finalmente a imagem normal que conhecemos como fotografia colorida.

Este processo atendeu bem a demanda de imagens particulares por décadas, mas até aparecerem as primeiras câmeras digitais.

Os equipamentos de impressão ótica possuíam um computador muito limitado somente para as suas operações de controle mecânico, mas o grande problema era a forma como realizavam a impressão, pois não possibilitavam a passagem da imagem codificada em bits para o papel.

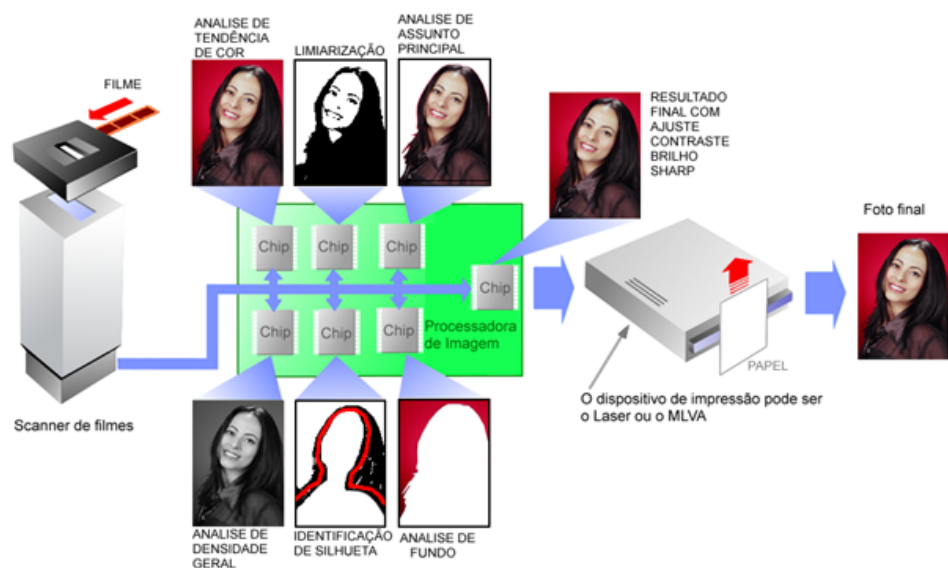
Fez-se então necessário o desenvolvimento de novas formas de impressão que pudessem registrar as imagens digitais, dando origem assim a uma série de tecnologias de impressão.

Todas muito diferentes entre si, mas com um ponto em comum: Reconstruir a imagem ponto a ponto, ou seja, bit a bit no papel fotográfico convencional, papel este que antes era usado na fotografia convencional.

O papel fotográfico possuía qualidade excepcional e custo muito baixo, e não há até hoje substitutos na verdadeira altura no que diz respeito á qualidade e preço.

Dentre as tecnologias que surgiram podemos citar o MLVA (Micro Light Valve Array), o DMD (Digital Mirror Device) e o VFP (Vacuum Fluorescent Printer) todas baseadas em lâmpadas fluorescentes e halógenas, mas com vida útil reduzida e que exigiam dispositivos complexos de apoio para controle de intensidade e teor de cor.

Imagem 2 – Processo de impressão digital



E finalmente após anos de desenvolvimento surgiu o laser como forma de imprimir diretamente no papel fotográfico, mas funcionando de uma maneira muito diferente de uma impressora laser de mesa.

As impressoras de mesa usam o laser para ionizar o papel e assim o tóner de cor que pode ser um pó ou líquido, adere a estas áreas polarizadas como em uma máquina de xérox.

Já nas impressoras fotográficas laser a própria luz laser é quem literalmente desenha a imagem digital no papel fotográfico, aproveitando a característica destes papéis responderem com uma determinada cor dependendo da cor da luz incidente.

Por esta razão são necessários três canhões de laser de cores distintas para abranger todo o espectro de cores existentes no mundo real.

Para abranger todas as cores são necessários canhões lasers nas cores vermelho, verde e azul representados comumente pela sigla inglesa RGB (Red, Green, Blue).

O Grande problema em utilizar o laser como formador de imagem no papel fotográfico foi o fato de há uma década mais ou menos só existirem comercialmente lasers de estado sólido vermelho. O azul e o verde ainda estavam em desenvolvimento, sendo que comercialmente só existiam a base de gás.

Chegou-se a fabricar impressoras que se utilizavam de laser a gás, mas eram de difícil controle no quesito estabilidade de cores (vital para a fotografia) e necessitavam de muita manutenção além de serem dispendiosos.

Então no início da década de 90 surgiram os primeiros lasers de estado sólido nas cores verde e azul, simplificando a construção das impressoras e reduzindo seu tamanho e preço.

Hoje esta é a melhor forma de impressão utilizada no mercado fotográfico em todo o mundo.

O que é o Laser?

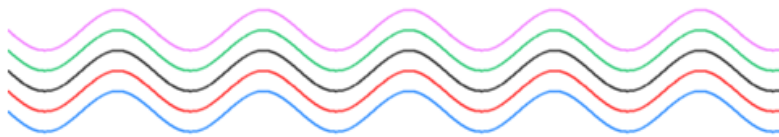
Laser é a sigla de "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" ou em português: "Luz Amplificada por Emissão Estimulada de Radiação".

A luz laser é criada basicamente por duas causas determinantes:

O efeito Quântico da "Emissão Estimulada" que ocorre em um material que quando submetido aos fótons incidentes é estimulado a liberar mais fótons análogos àqueles que incidiram.
 O alinhamento das freqüências de cores da luz conhecido como "Coerência".

Coerência:

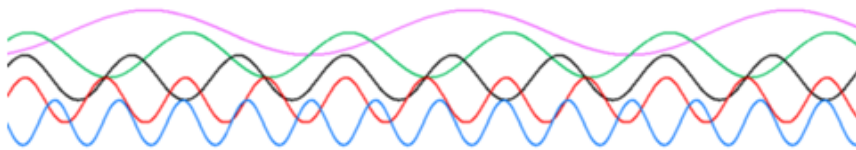
A luz Laser se caracteriza pela emissão das ondas ou freqüências de luz em uma freqüência alinhada e coerente por uma fonte de luz.



Luz alinhada

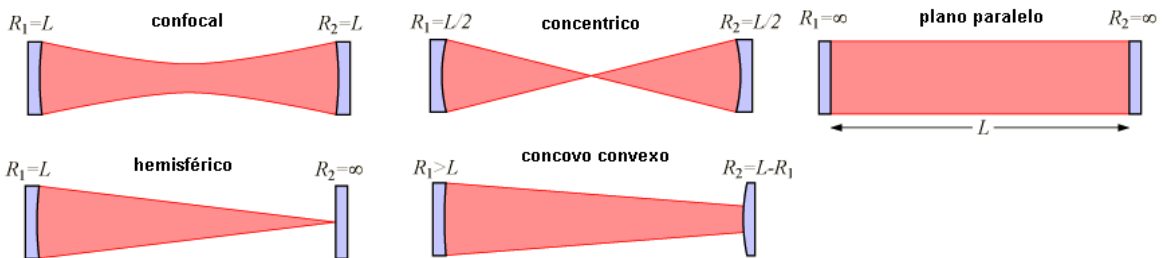
A luz quando emitida de forma coerente e com mesmo comprimento de onda assume propriedades de maior pureza de tons, assumindo a condição de monocromática.

Esta fonte de luz possui características físicas distintas de uma fonte de luz convencional onde esta última a luz possui suas freqüências emitidas de forma incoerente.



Luz desalinhada

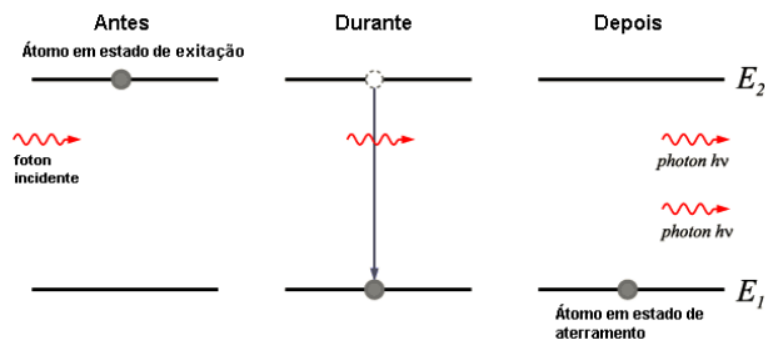
A freqüência de luz de uma cor é isolada das demais originando um tipo específico de laser para um determinado fim, e o material da fonte geradora do laser é determinante para isolar um tipo específico de freqüência e a cor do laser pode depender dele também.
 Para que a luz atinja um estado de pureza ou coerência é preciso que seja submetida a um dispositivo chamado de Ressonador.



Ressonador : As modalidades de ressonadores definem a intensidade do feixe laser.

O efeito Quântico da "Emissão Estimulada":

Ao submeter um determinado material translúcido e em estado de excitação a um banho de fótons em uma condição de alinhamento, este material perde energia térmica e libera mais fótons com o mesmo comprimento de onda e mesma fase dos fótons que o estimularam. Este segundo fóton que esta na mesma fase e frequência do original se super-posiciona á ele justamente por estar em coerência resultando na amplificação de amplitude do feixe.



Certos materiais são mais propícios para estimular e amplificar o feixe laser.

Estes materiais apresentam uma característica de transmissão de energia térmica inter-atômica que produz um efeito molecular chamado de "população inversa".

Esta qualidade de transferência térmica é chamada de entropia e alguns materiais a realizam de forma mais eficiente.

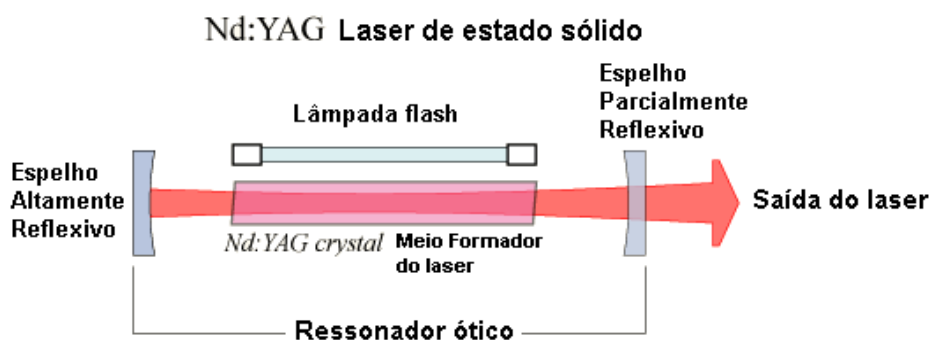
Este fóton é o produto resultante da conversão da energia térmica da excitação das moléculas ou átomos do material translúcido.

Os cristais na sua maioria são excitados por uma lâmpada flash que produz uma pulsação estroboscópica.

Esta pulsação por sua vez provoca um efeito no material chamado em inglês de "Pump effect" ou em português de "efeito de arrancada".

O efeito de arrancada provoca a excitação do cristal por bombardeamento e a luz circulante no meio vai sendo amplificada até que seu potencial seja superior à capacidade de absorção do meio cristalino e finalmente saia pela lente semi-reflexiva em forma de um feixe único.

Esta saída do feixe é o resultado então do rompimento da capacidade de reflexão do espelho de saída que não consegue devolver para a cavidade ótica a luz quando esta atinge uma certa amplitude.

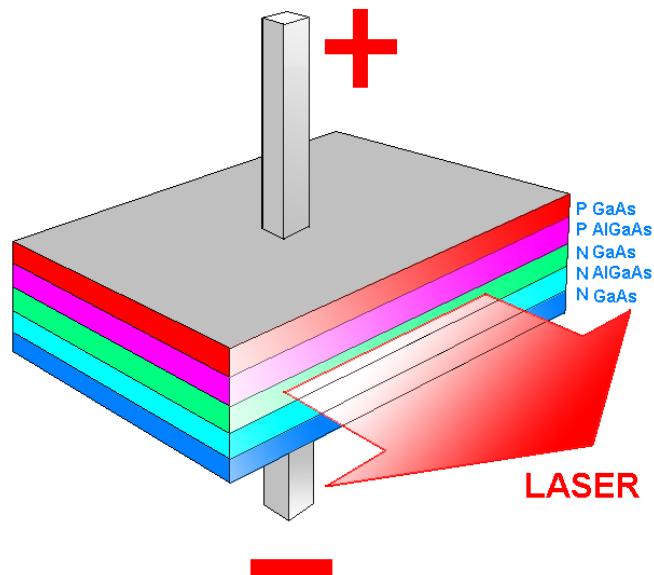


Os lasers podem ter origem através de cristais, gases, líquidos, semicondutores e vapores metálicos.

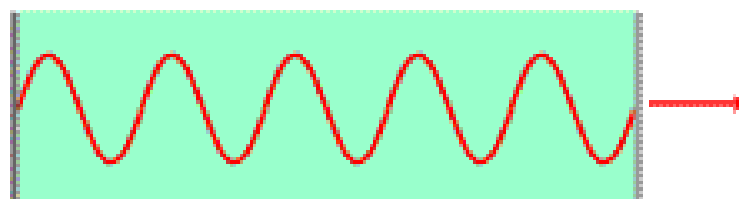
Os materiais necessitam possuir uma boa qualidade de transferência térmica, ou seja, uma entropia eficiente.

Lasers de estado sólido: A multiplicando as aplicações.

Os dispositivos semicondutores são constituídos de finas camadas de silício e outros materiais semicondutores que são dopados de cargas positivas e negativas formando as camadas P e as camadas N.



Quando o dispositivo é submetido á uma diferença de potencial, a junção limite entre a camada P e a camada N é polarizada, e elétrons da camada N passam para a camada P. O resultado disto é a produção de fótons de luz visível que se estendem do vermelho ao infravermelho. Estas frequências também são coerentes e se sobrepõem para amplificar a amplitude de pico a pico da onda.



Os lasers de estado sólido foram decisivos para o aumento da gama de aplicações do laser em diversos equipamentos de mercado. É o caso da aplicação em impressoras fotográficas onde estas só se tornaram viáveis a partir de seu desenvolvimento em diversas faixas de cores, que pudessem abranger a maior parte do espectro visível quando combinadas.

Como funciona uma unidade laser de impressão:

Entendendo o papel fotográfico

Antes de entender o trabalho do laser, é importante entender o funcionamento do processo de sensibilização das camadas de prata do papel fotográfico.

O papel fotográfico é constituído de uma camada de celulose (o papel propriamente dito) e uma camada chamada de emulsão fotográfica, que é onde ficam os haletos de prata sensíveis a luz.

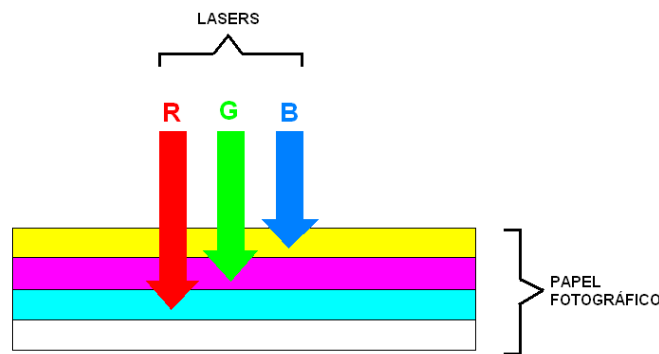
Esta camada de emulsão por sua vez é dividida em três camadas de cor (amarelo, magenta e cyan) e cada uma delas é sensível a um tipo de cor de luz laser.

A camada amarela é sensível a luz azul, a camada magenta é sensível a luz verde e a camada cyan a luz vermelha usando o mesmo princípio dos filtros de cores na física ótica.

Estas três cores no papel trabalham de forma a proporcionarem a grande maioria de cores do espectro visível podendo formar qualquer cor, dependendo da incidência combinada de raios lasers.

Esta combinação é determinada e controlada pelo processador de imagens eletrônico.

Imagem 3 – Constituição do papel fotográfico

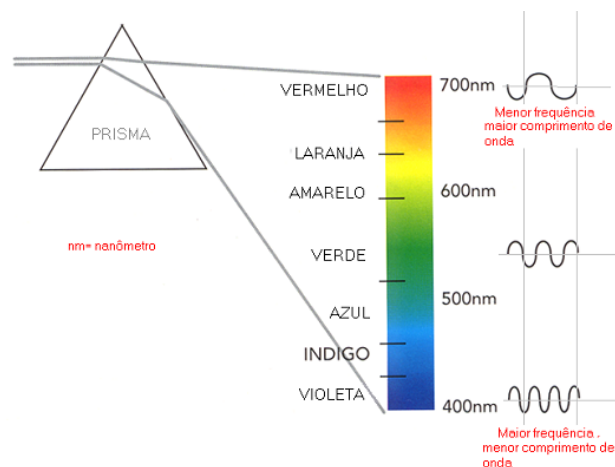


Se não houver a incidência de um dos raios a camada correspondente não irá responder em forma de cor ficando transparente após o processamento no químico, exibindo as outras camadas que por ventura tenham sido sensibilizadas.

Isto quer dizer que se no mesmo ponto do papel houver a incidência dos três raios e em outro ponto não houver a incidência de nenhum, estas áreas irão ficar respectivamente preto (um ponto preto na área exposta pelos três raios) e branco na área que não foi exposta por nenhum, mostrando a camada branca de celulose.

Ou ainda poderão exibir a camada correspondente de cor de forma mais tênue ou intensa dependendo da intensidade do raio laser incidente.

Imagem 4 – Faixa do espectro visível de cor para o olho humano.



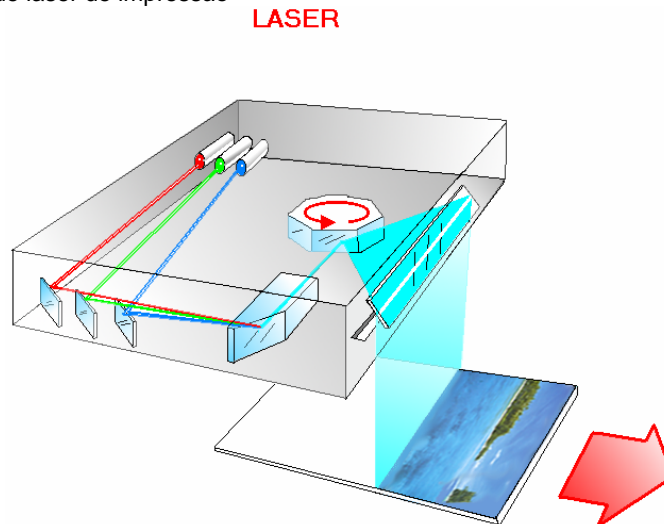
A unidade laser

Quando tratamos de equipamentos, suas partes são chamadas de unidades, e com o laser não é diferente.

As impressoras fotográficas digitais possuem uma unidade conhecida como unidade laser e esta se trata de uma caixa fechada de duralumínio onde internamente estão os canhões laser RGB e todas as unidades componentes que lidam diretamente com a luz laser.

Esta composição é formada dos canhões laser, espelhos direcionadores, prisma para a união dos três feixes e espelho poligonal, que tem a função de criar o leque de varredura que vai correr o papel fotográfico de ponta a ponta.

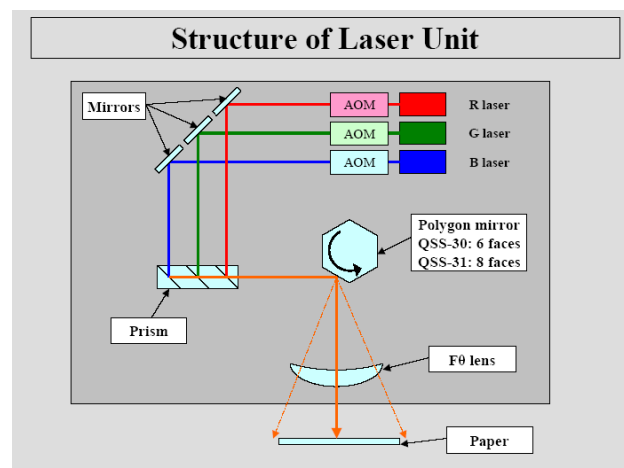
Imagem 5 – A unidade laser de impressão



Este espelho poligonal gira constantemente em uma velocidade de XXX RPM e envia o feixe de laser já com as três cores unidas em forma de leque para um espelho próximo da janela de saída da unidade laser.

Este espelho por sua vez está em um ângulo de 45 graus e direciona o raio perpendicularmente para o papel fotográfico.

Imagem 6 – Esquema da unidade laser



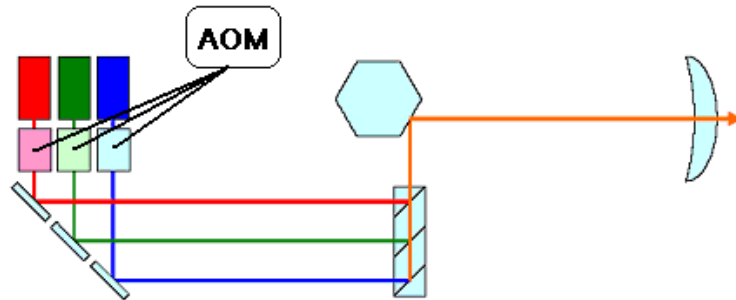
O papel fotográfico é transportado mecanicamente de forma precisa diante da janela da unidade laser e vai sendo impresso linha a linha até formar a imagem latente, que ainda não é a imagem finalizada.

Este papel depois de todo exposto é enviado pela mecânica da máquina impressora para os banhos químicos e a última fase é a secagem na estufa da impressora, onde se retira o produto final.

Dentro da unidade laser existem três componentes chamados de AOM drivers, e estes tem a função de controlar a intensidade do laser e até mesmo se ele vai ou não chegar até o papel.

AOM é a abreviação de Acoustic Optic Modulator, e estes dispositivos trabalham com ondas ultrasônicas para desviar parte do feixe do laser ou todo ele para uma área dentro da unidade laser que neutraliza a luz e não a deixa sair quando necessário.

Imagem 7 – Caminho de reflexão do feixe



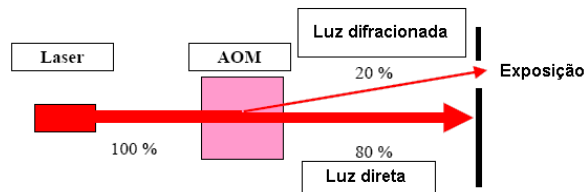
Os AOM drives propiciam o controle absoluto individual de cada feixe laser e determinam o quanto de luz chegará até o papel fotográfico.

A placa eletrônica processadora de imagens controla o tempo de exposição do laser e sua intensidade através destes componentes, sendo que estes constituem o controle de passagem do laser da mesma forma como funciona uma válvula eletrônica ou um transistor.

Imagem 8 – AOM driver difracionando a luz laser

Funcionamento do AOM

- * O AOM controla a Potência e a inclinação do feixe laser
- * A luz difracionada é enviada para a exposição



O Aom driver desvia a quantidade de luz laser estabelecida pela placa processadora de imagens e esta por sua vez obedece as características da imagem que esta imprimindo.

O feixe de luz incidente direto que sai do canhão laser é chamado de "Luz de ordem 0th" e a luz desviada pelo AOM driver é chamada de "Luz Difratada de primeira ordem".

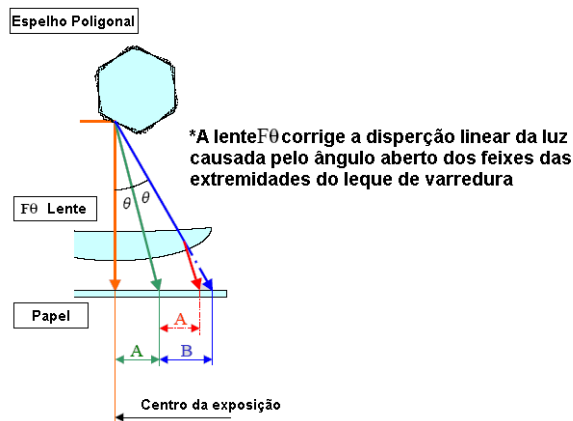
Esta Luz difratada é então levada até o papel fotográfico através de espelhos, prisma e lente.

A correção do leque de luz.

Leque de luz que é formado pelo movimento do espelho poligonal, pode causar distorções na imagem das bordas do papel fotográfico, devido à inclinação do raio em relação à superfície do papel.

Isto quer dizer que próximo ao centro da imagem (ou seja, o centro do papel) a imagem estaria correta, mas nas bordas, devido ao feixe de luz chegar com atraso e inclinado, se faz necessário o uso de uma lente de correção.

Imagem 9 – Correção de ângulo do feixe laser



Esta lente de correção é chamada de "F θ lens" (lente F cita) e o que ela faz é proporcionar um efeito de difração nas bordas realizando um certo índice de correção da inclinação do feixe.

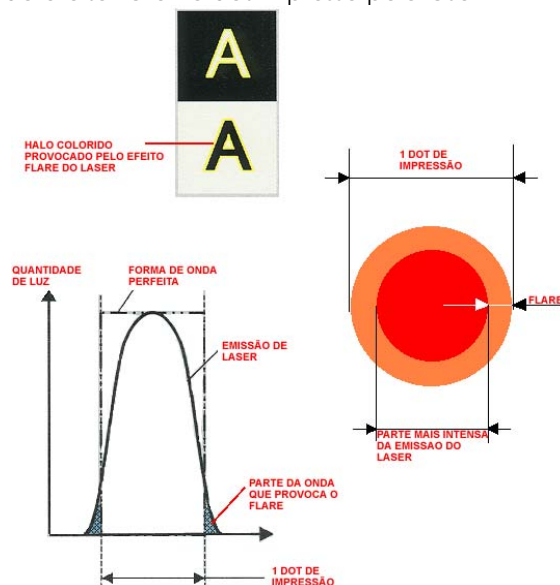
O efeito flare

O raio laser possui diferenças de intensidade de sua parte central com relação para com suas bordas.

É uma característica normal de todo feixe laser, mas que pode causar efeitos indesejáveis em certas imagens impressas, sobretudo nas imagens que possuem partes com grandes diferenças entre áreas claras e escuras.

Este efeito é o flare, e seu resultado é causar uma área colorida perceptível principalmente em impressões de letras ou desenhos traçados, como plantas ou desenhos técnicos por exemplo.

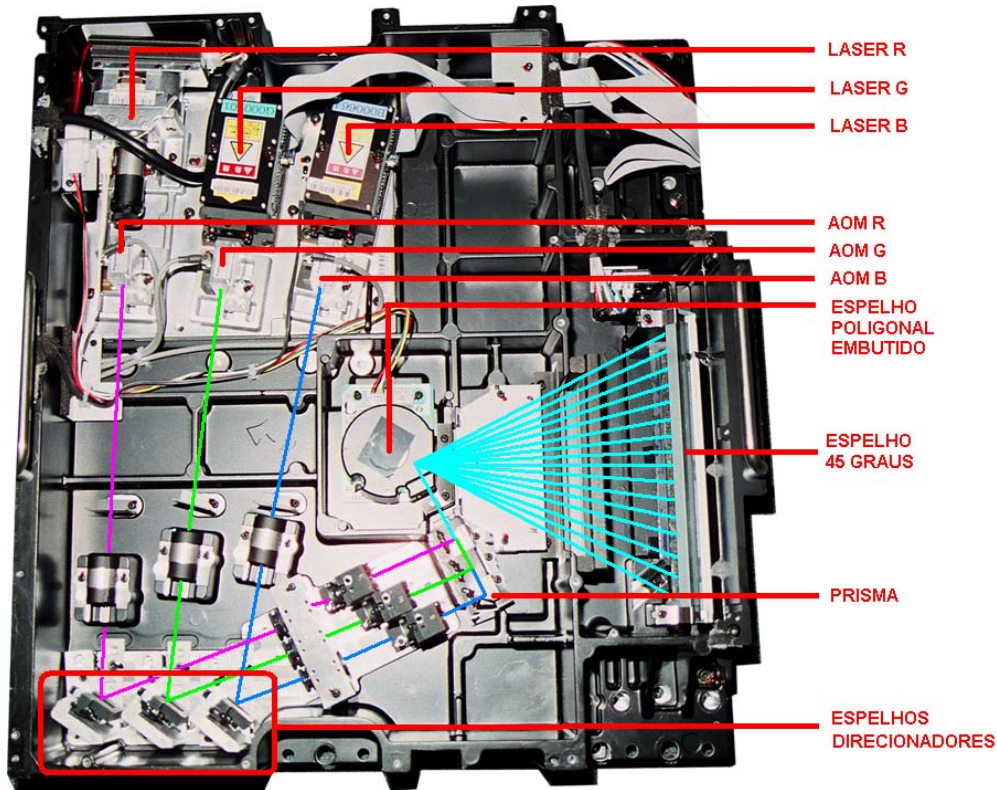
Imagem 10 – Correção do efeito flare no dot impresso pelo laser.



Fabricação de uma unidade laser

Devido trabalhar estritamente com partes óticas, uma unidade laser deve ser uma caixa fechada, para evitar a entrada de poeira que pode se alojar sobre as lentes e espelhos prejudicando a passagem do feixe.

Então a fabricação de uma unidade laser é feita em um ambiente extremamente limpo e com rigorosos procedimentos.



Composição da unidade laser

LASER	Laser de radiação visível de vermelho, verde e azul.
AOM	Acustic Optic Modulator (Modulador Ótico Acústico) Ajusta a Potência e a inclinação do feixe laser
ESPELHO	Muda a direção do feixe laser
PRISMA	Mistura os três feixes Vermelho, Verde e Azul
ESPELHO POLIGONAL	Rotaciona propiciando o movimento de varredura do feixe incidente sobre o papel fotográfico
Fθ LENTE	Muda o ângulo da posição periférica do feixe de varredura para corrigir distorções e manter a velocidade dos feixes constantes

Vantagens da Tecnologia Laser em relação ao MLVA.

O laser se apresenta mais rápido para a formação do dot de impressão do que o MLVA. Daí a razão de o laser imprimir 2 polegadas por segundo enquanto que o MLVA imprime 1 polegada por segundo. Enquanto o laser para fazer um ponto de densidade que varia entre a mais baixa até a mais alta precisa de 50 a 150 nanosegundos, para o MLVA são necessários de 1 microsegundo a até 2 milissegundos para a densidade máxima.

Tecnologia	nsec		usec			msec		
	10	100	10	100		10	100	
Laser		—	—					
MLVA				—	—	—	—	

O laser possui um forte apelo comercial porque a ele está intrínseca a aura de tecnologia avançada, mas na verdade tecnicamente, o MLVA exige muito mais capacidade técnica de fabricação do que o laser.

Os primeiros sistemas laser de estado sólido só podiam imprimir sem distorção até a medida 25,4 cm.

Para atingir a medida 30,5cm foi preciso desenvolver uma lente F0 especial para corrigir a distorção característica nas laterais das fotos uma vez que o feixe de impressão faz um caminho parecido com a forma de um leque.

O feixe das laterais da foto tende a ficar mais distantes do que os feixes do centro o que acaba distorcendo a imagem.

Com a QSS 3101 conseguiram resolver este problema desenvolvendo uma lente especial.

As antigas máquinas laser Lambda podem imprimir a laser painéis de 1 metro sem problemas isto já há anos.

Nos canhões de estado sólido (minilabs) não há necessidade de movimento mecânico do sistema de canhões, somente há movimento mecânico do espelho poligonal.

Além do mais, canhões a gás tem durabilidade de no máximo 1 (um) ano e esta má fama a respeito da durabilidade acabou passando de certa forma para os de estado sólido que podem durar mais, outra idéia que precisa ser desmistificada.