

PHILIPS IQon SPECTRAL CT

Detector Espectral de Dupla Camada — Tecnologia NanoPanel Prism

Documento técnico-descritivo

Figura 1 — Sistema Philips IQon Spectral CT



Síntese Executiva

O Philips IQon Spectral CT é um sistema de tomografia computadorizada de rotação contínua cuja característica central é realizar a aquisição espectral no próprio detector ("detector-based spectral CT"). O elemento responsável por essa capacidade é o detector de dupla camada NanoPanel Prism, composto por duas camadas sobrepostas de material cintilador que separam, no ponto de detecção, os fótons de raios X de menor e maior energia — de forma simultânea, no mesmo instante e na mesma posição espacial.

Essa arquitetura permite que qualquer aquisição realizada no equipamento gere, ao mesmo tempo, dados suficientes para reconstrução de imagens convencionais de TC e para geração de resultados espectrais adicionais, sem necessidade de selecionar previamente um "modo espectral", de utilizar dois tubos de raios X ou de alternar a voltagem do tubo durante o exame.

Figura 3 — Sistema Philips IQon Spectral CT instalado em sala de exame (inserir imagem oficial)



Figura 3 — Sistema Philips IQon Spectral CT instalado em sala de exame

Como Funciona

O feixe de raios X emitido pelo tubo é policromático, ou seja, contém fótons em um espectro contínuo de energias. Ao atravessar o paciente, esses fótons sofrem atenuação diferenciada conforme o material e o tecido atravessados.

No detector NanoPanel Prism, a camada superior — construída com cintilador à base de granada de ítrio (yttrium-based garnet) — absorve preferencialmente os fótons de menor energia. Os fótons de maior energia, que atravessam essa primeira camada, são absorvidos predominantemente pela camada inferior, construída em oxissulfeto de gadolínio (GOS — gadolinium oxysulfide), material capaz de absorver até 99% do espectro de fótons de alta energia que a alcança.

A luz produzida pelos dois cintiladores é convertida em sinal elétrico por fotodiodos de iluminação frontal (FIP — Front-illuminated Photodiode), posicionados verticalmente (perpendiculares à superfície do detector) para preservar a eficiência geométrica do conjunto. Um circuito integrado ASIC (Application-Specific Integrated Circuit), associado a cada camada, realiza a conversão analógico-digital do sinal próximo ao próprio fotodiodo.

O resultado são dois sinais — um por faixa de energia — captados no mesmo instante e no mesmo ponto espacial do detector, tratados como um único detector por aquisição. Os dados podem ser combinados para reconstrução de imagens convencionais de TC ou processados para gerar resultados espectrais adicionais, armazenados como Imagens de Base Espectral (SBI — Spectral Base Images), disponíveis para análise retrospectiva a qualquer momento após o exame.

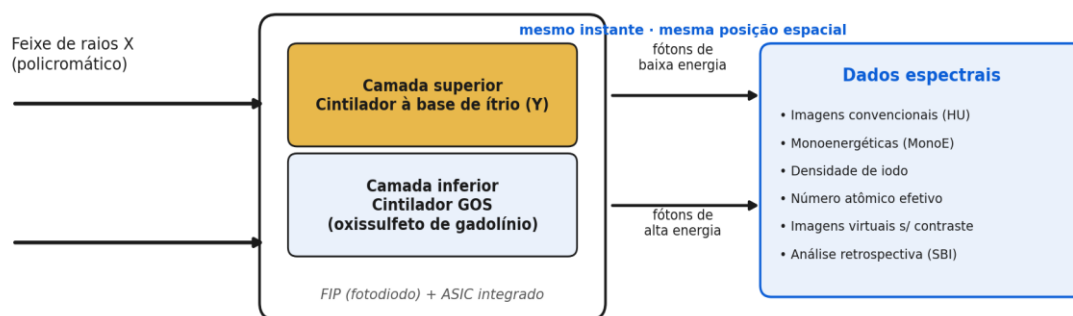


Figura 4 — Esquema ilustrativo (elaboração própria) do princípio de discriminação de energia no detector de dupla camada

Como é Construído

O detector NanoPanel Prism é composto por módulos integrados, organizados em arranjo tridimensional em mosaico ("3D tile pattern"), formando o painel detector completo do gantry. Os principais componentes construtivos, conforme literatura técnica e científica consultada, são:

Cintilador superior	Material à base de granada de ítrio (yttrium-based garnet), otimizado para absorção de fótons de menor energia
Cintilador inferior	Oxissulfeto de gadolínio (GOS), destinado à absorção de fótons de maior energia (até 99% do espectro de alta energia que o atinge)
Fotodiodo FIP	Fotodiodo de iluminação frontal (Front-illuminated Photodiode), posicionado verticalmente sob a grade antiespalhamento, convertendo a luz do cintilador em sinal elétrico
ASIC integrado	Circuito integrado de aplicação específica, com conversão analógico-digital próxima ao fotodiodo, reduzindo comprimento de linhas de sinal e ruído eletrônico
Arranjo construtivo	Módulos organizados em padrão tridimensional em mosaico (3D tile), compondo o painel detector do gantry

Essa construção resulta em espalhamento mínimo entre as camadas (intralayer scatter), permitindo detecção simultânea em tempo e espaço, com aumento de eficiência luminosa e redução de diafonia (crosstalk) em relação a gerações anteriores de detectores Philips, segundo a literatura técnica consultada.

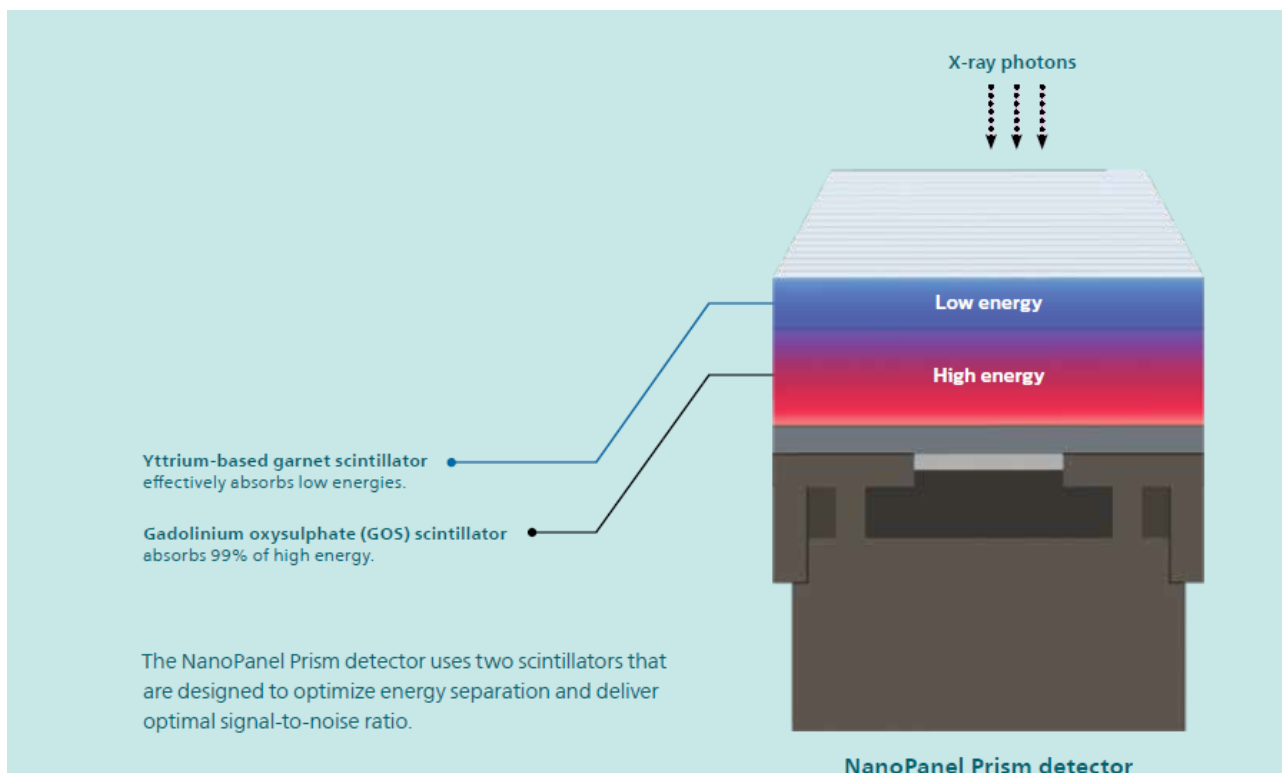
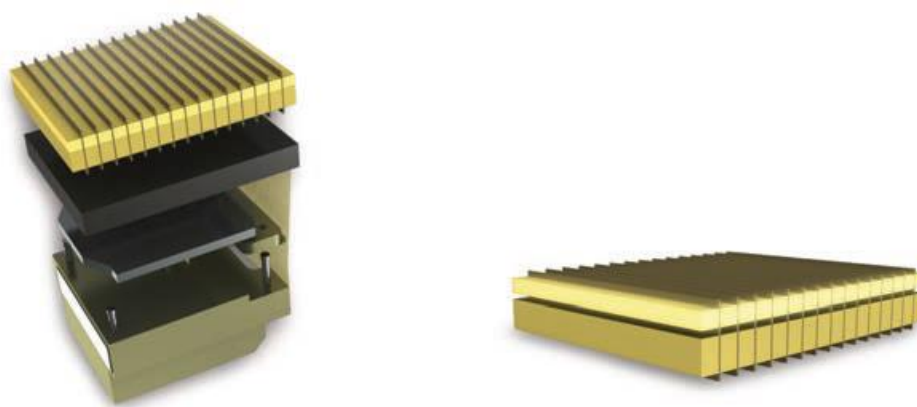


Figura 5 — Módulo físico do detector de dupla camada NanoPanel Prism



O NanoPanel Prism proporciona um aumento de 25% na emissão de luz e uma redução de 30% na interferência em relação ao detector anterior.

A espessura do cintilador superior é otimizada para a separação de energia e o ruído da imagem, enquanto o cintilador inferior absorve 99% do espectro de alta energia.

Geometria e Parâmetros Técnicos

Colimação máxima do detector	64 x 0,625 mm
Cortes por rotação	Até 128 cortes (interpolação a partir de 64 x 0,625 mm)
Cobertura anatômica por rotação (eixo Z)	40 mm
Espessura mínima de corte no isocentro	0,625 mm
Tempo de rotação mínimo do gantry	0,27 segundos
Tensões de tubo disponíveis (kVp)	80, 100, 120 e 140 kVp
Faixa de energia monoenergética virtual (MonoE)	40 a 200 keV
Distância ponto focal – detector	1.040 mm
Distância ponto focal – isocentro	570 mm

Especificações de colimação, cobertura, distâncias geométricas e faixa de MonoE conferidas diretamente na IFU do equipamento (fonte primária). Espessura mínima de corte no isocentro e tempo de rotação mínimo conferidos em literatura técnica revisada por pares (ver Seção 10, referência 3).

Por que a Arquitetura é Diferenciada e Exclusiva

Diferencial e exclusividade — resumo

O detector de dupla camada (NanoPanel Prism) é apresentado pela documentação técnica oficial da Philips como a primeira e, até o momento, única arquitetura comercial de TC espectral baseada em detector ("world's first and only detector-based spectral CT"). O elemento exclusivo não é "ter dupla energia" isoladamente — é a combinação específica de três características simultâneas, reunidas em nenhuma outra tecnologia comercial de dupla energia identificada na literatura consultada: (1) discriminação de energia feita no próprio detector, com um único tubo; (2) coincidência espacial e temporal perfeita entre os dados de alta e baixa energia; e (3) disponibilidade retrospectiva de resultados espectrais em toda e qualquer aquisição, sem pré-seleção de modo.

O aspecto tecnicamente relevante não é apenas "possuir dupla energia", já que diversas plataformas de TC oferecem alguma forma de imagem espectral ou de dupla energia por caminhos distintos (dupla fonte/dual-source, alternância rápida de tensão/kVp switching, ou detectores de contagem de fótons). O diferencial da arquitetura do IQon está na combinação específica de três características simultâneas:

- Discriminação de energia realizada no próprio detector (detector-based), e não na fonte de raios X — dispensando segundo tubo, segunda fonte ou alternância de kVp;
- Simultaneidade espacial e temporal completa entre os dados de alta e baixa energia, captados no mesmo pixel de detecção e na mesma aquisição, o que reduz problemas de desalinhamento (misregistration) entre os dois conjuntos de dados;
- Disponibilidade retrospectiva dos dados espectrais (séries SBI) em toda e qualquer aquisição, sem necessidade de pré-seleção de um "modo espectral" pelo operador.

A documentação técnica da própria Philips apresenta o IQon como o primeiro sistema comercial de TC espectral baseado em detector ("world's first and only detector-based spectral CT"). Trata-se de afirmação de caráter técnico-comercial do fabricante, referenciada na literatura especializada consultada.

Para fins de consulta pública, recomenda-se caracterizar a solução como uma arquitetura proprietária de detector espectral de dupla camada, com o diferencial técnico centrado na combinação acima — e não afirmar, de forma absoluta e sem delimitação de escopo, que "nenhum concorrente possui tecnologia semelhante". Concorrentes podem oferecer soluções de dupla energia baseadas em outros princípios físicos (dual-source, kVp switching, contagem de fótons); o argumento tecnicamente defensável e verificável é a singularidade da combinação entre detecção em dupla camada, aquisição simultânea no mesmo tempo/espaco e disponibilidade retrospectiva de resultados espectrais em toda aquisição — não a inexistência genérica de concorrência.

Finalidades e Aplicações Clínicas

A informação espectral obtida pelo detector de dupla camada é utilizada para gerar diferentes categorias de resultados de imagem, com aplicação clínica direta, conforme descrito na IFU do equipamento e na literatura técnica consultada:

- Imagens convencionais (HU) — equivalentes às de um exame de TC padrão;
- Imagens monoenergéticas virtuais (MonoE, 40–200 keV) — energias mais altas reduzem artefatos de endurecimento de feixe (beam hardening); energias mais baixas melhoram a visualização de iodo e tecidos realçados por contraste;
- Mapas de densidade de iodo (mg/ml) — quantificação de captação/perfusão e caracterização de lesões;
- Número atômico efetivo (Z efetivo) — diferenciação de materiais por composição (ex.: cálculos renais versus vasos ou outras estruturas de atenuação semelhante);
- Imagens virtuais sem contraste (VNC) e resultados modificados com base em HU — supressão seletiva de determinado material da imagem;
- Redução de artefatos metálicos em implantes ortopédicos e materiais de osteossíntese;
- Análise retrospectiva — qualquer exame pode ser revisado posteriormente sob a ótica espectral, mesmo que não solicitado como tal no momento da aquisição.

Essas aplicações ampliam a capacidade diagnóstica do exame de TC para além da avaliação puramente anatômica, permitindo caracterização tecidual baseada em composição de material — com potencial de apoiar decisões clínicas em oncologia, avaliação vascular, cardiologia e neurologia, e de reduzir, em situações selecionadas, a necessidade de fases adicionais de contraste, sempre sob critério médico responsável pelo exame.

Uso e Finalidade

Equipamento de uso hospitalar, destinado à realização de exames de tomografia computadorizada para fins de diagnóstico por imagem, conforme indicações constantes nas Instruções de Uso registradas junto à ANVISA.