

# Irradiador de electrones y rayos-X basado en Linac de usos múltiples para aplicaciones industriales y de investigación

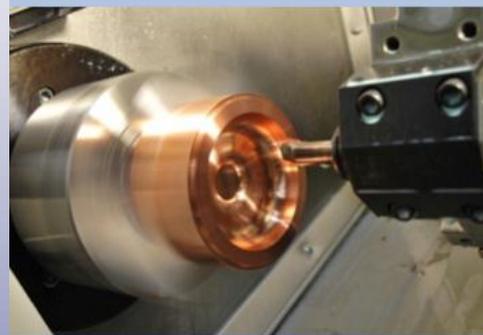
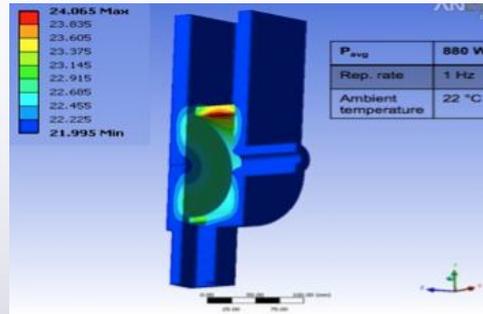
Pedro Frigola: Cofundador y vicepresidente de desarrollo de RadiaBeam Technologies, LLC

Reunión regional sobre el uso comercial de irradiación fitosanitaria por haz de electrones o rayos X  
12 al 14 de Octubre de 2015. Toluca, México

- Fundada en 2004 por varios graduados de la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA)
- RadiaBeam tiene dos misiones:
  - Proveer componentes y sistemas de aceleradores con costo optimizado, bien diseñados y de alta calidad
  - Desarrollar tecnologías de aceleradores novedosas y con aplicaciones comerciales
- RadiaBeam tiene 50 empleados y sigue creciendo
  - Consta de científicos con doctorados (10), ingenieros (18), maquinistas (10), técnicos (8), y administradores (4)
  - Tenemos experiencia trabajando en Laboratorios Nacionales de EEUU (BNL, FNAL, LLNL, LANL) y en otras industrias (SureBeam, L-3, Siemens, Varian)
- Ofrecemos servicios por todo el mundo en ventas y consultoría

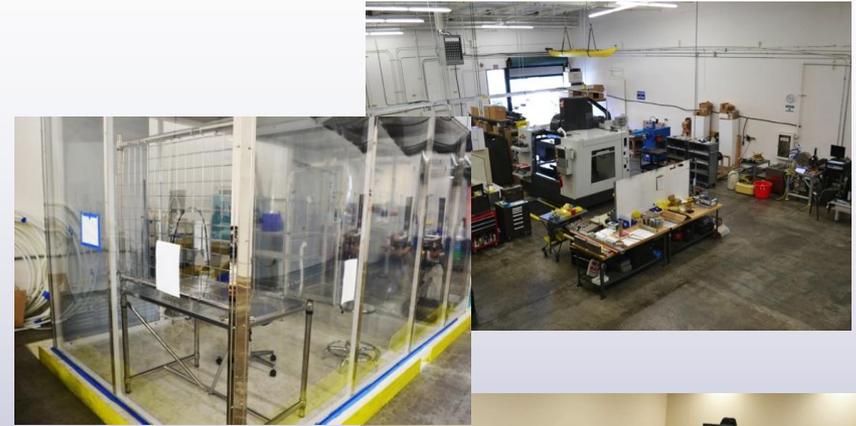
# Capacidades

- Diseño
  - Radiofrecuencia (RF)
  - Magnético
  - Termo-mecánico
- Ingeniería
- Fabricación
- Ensamblaje
- Prueba
- Instalación
- Servicio



- Talleres mecánicos
- Procesamiento químico
- Espacios limpios
- Área de ensamblaje
- Laboratorio de medidas magnéticas
- Laboratorio de óptica
- RF (frío) laboratorio de pruebas
- Células de prueba (hasta 9 MeV)
- Espacio de 1600 metros cuadrados

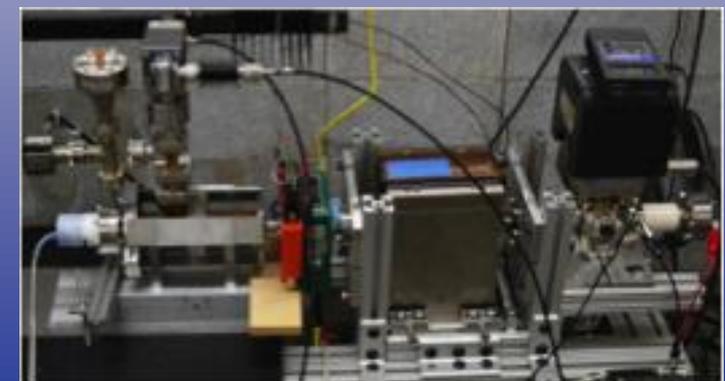
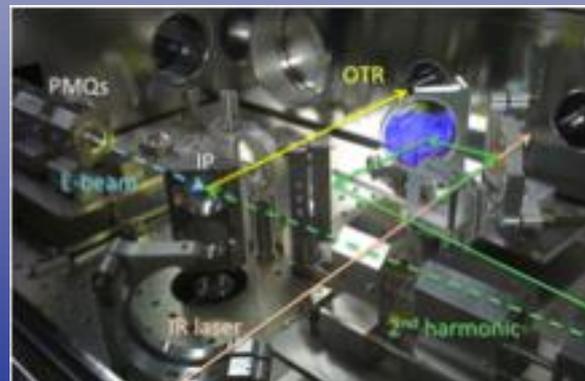
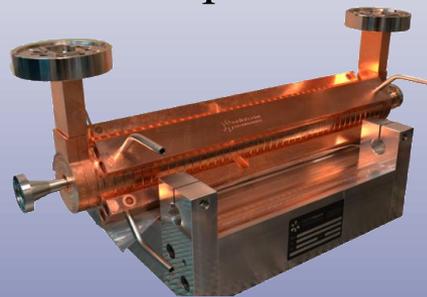
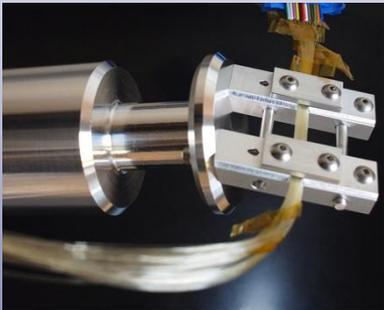
Actualmente (pensamos expandir más de tres mil metros cuadrados a mediados de 2016)



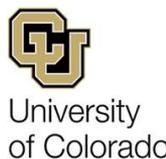
- Compañía fundada por físicos de aceleradores e ingenieros con experiencia en la irradiación industrial
- Todos los procesos claves (diseño, ingeniería, fabricación, pruebas) se llevan a cabo internamente por empleados expertos de RadiaBeam
- Somos muy activos en I + D → utilizamos las más recientes, establecidas, y comprobadas tecnologías
- Abiertos y flexibles - estamos acostumbrados a venderles a instituciones de investigación. También trabajamos codo a codo con ellos para llevar a cabo experimentos
- Tenemos experiencia trabajando con muchos consultores y subcontratistas que se especializan en el área de sistemas de irradiación de alimentos
- Nos beneficiamos de la ayuda en desarrollo de EE.UU. SBIR/STTR programa (NNSA-DOE, DNDO-DHS).

# Organismos de financiación

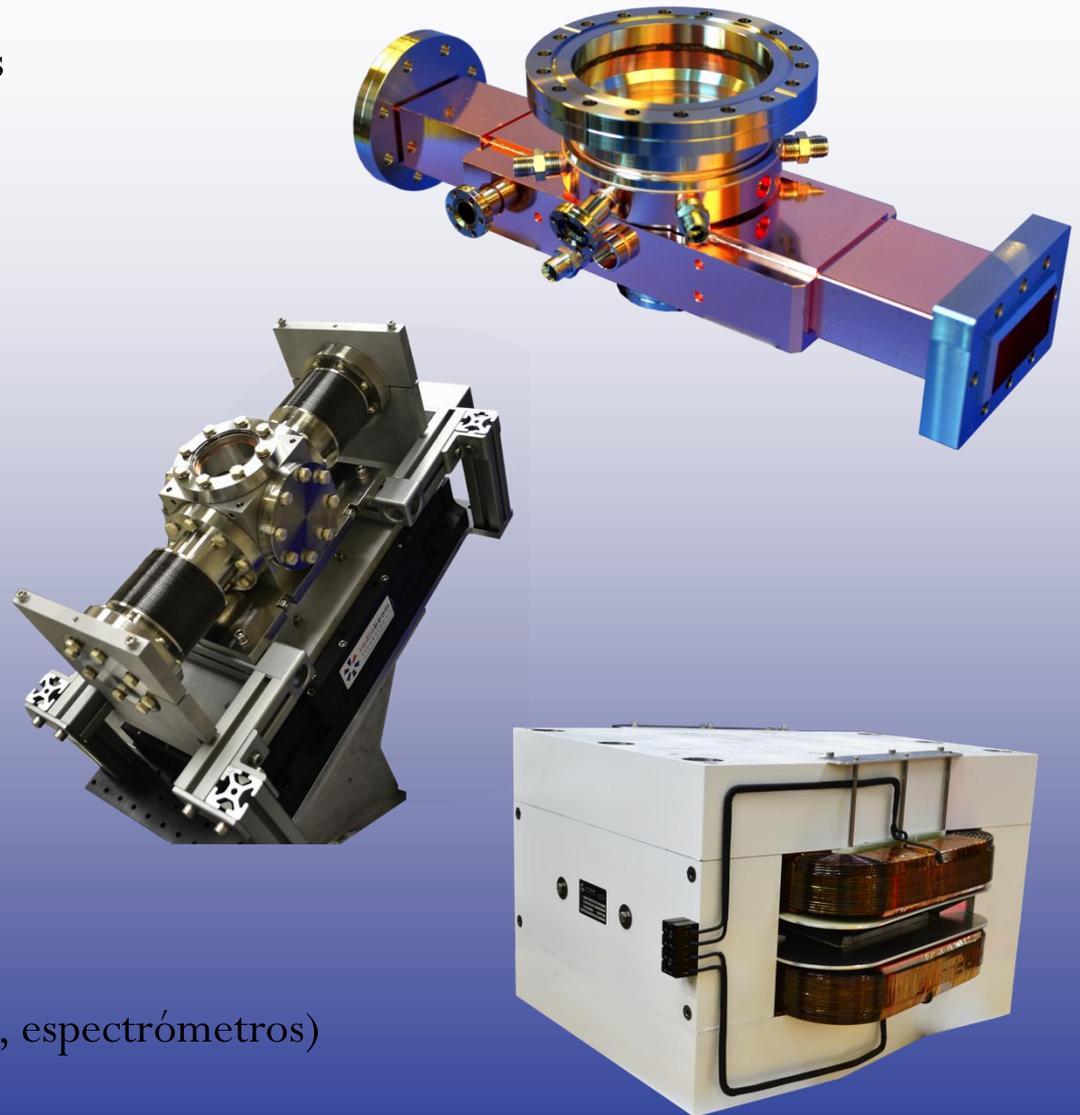
- Financiación I + D del gobierno de EE.UU
- Small Business Innovation Research (SBIR)  
(Investigación de Innovación de Negocios Pequeños)
  - Broad Agency Announcements (BAA)
  - (anuncios de agencia generales)
- Desarrollo de nuevos productos y soluciones



# Lista creciente de clientes

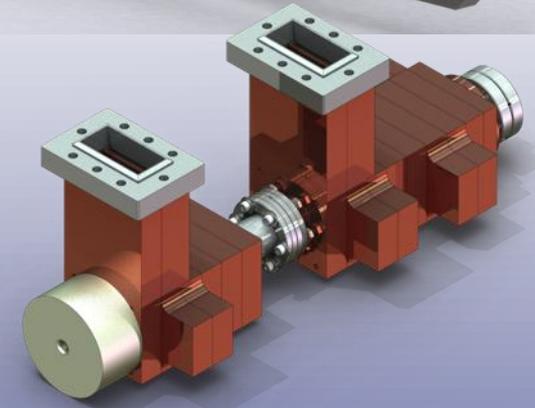
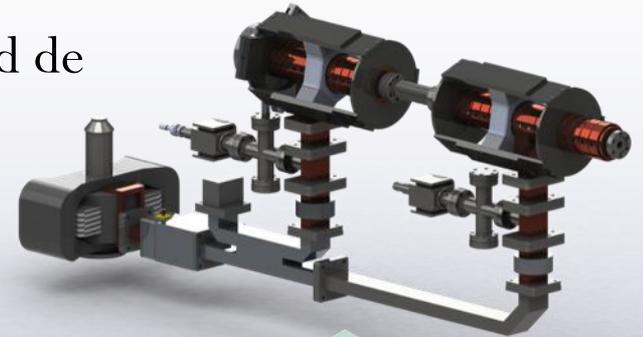


- Aceleradores listos para ser usados
  - Inspección de carga y radiografía
  - Irradiación de gran potencia
  - Irradiadores autoprotegidos
- Diagnósticos
  - Monitores de perfil de haces
  - Monitores de longitud de bunch
  - Carga, emitancia, etc.
- Estructuras de RF
  - Foto-inyectores RF
  - Bunchers
  - Linacs
  - Deflectores
- Sistemas magnéticos
  - Electroimanes
  - Imanes permanentes
  - Sistemas (chicanes, enfoque final, espectrómetros)



# Sistemas de aceleradores listos para usar

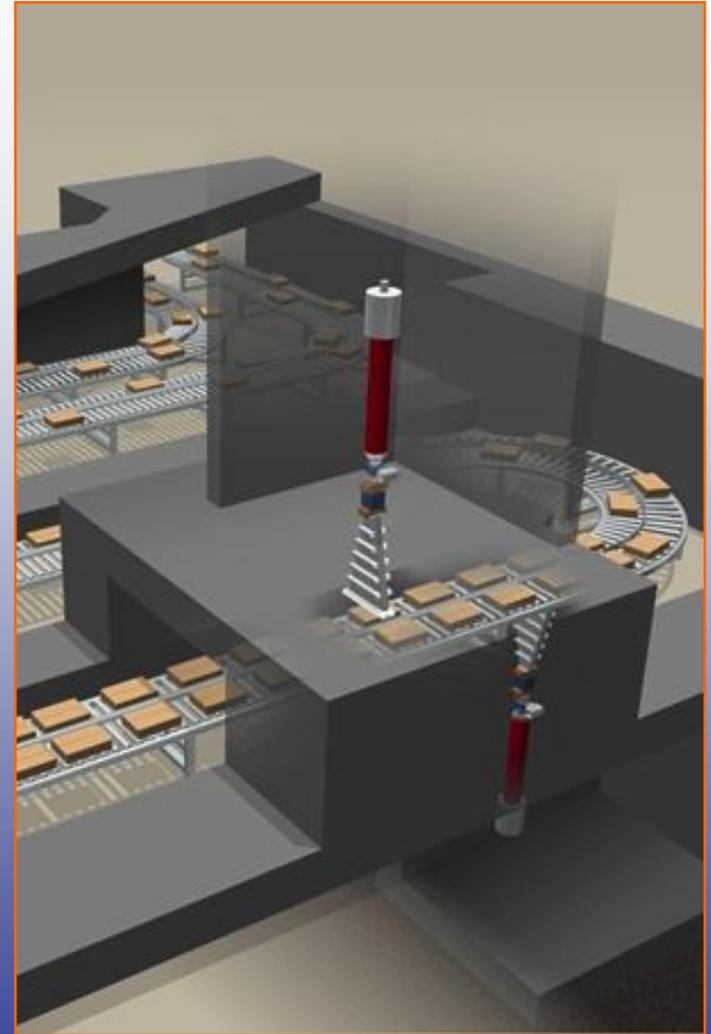
- RadiaBeam usa aceleradores para una amplia variedad de aplicaciones
  - Pruebas no destructivas / radiografía industrial
  - Inspección de carga
  - Radioterapia
  - Pruebas electrónicas
  - Procesamiento de materiales (es decir, la reticulación)
  - La esterilización de dispositivos médicos
  - **Irradiación de Alimentos**
- Frecuencias de banda L a banda X
- Ofrecemos diseños estándares y personalizados
- **Ofrecemos otros servicios**



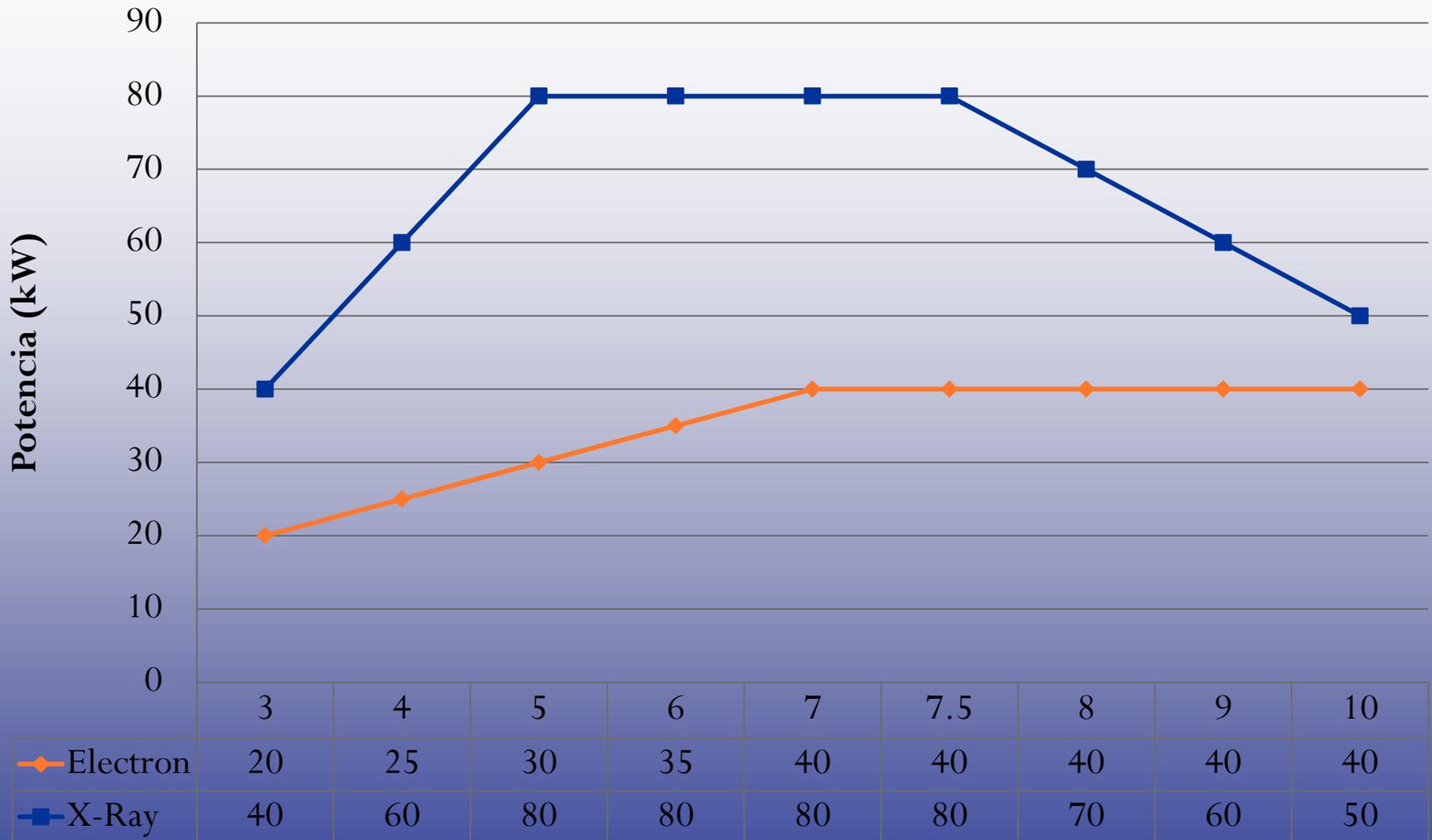
Usos	Energía	Potencia promedio
Radiografía de alta energía utilizada en campo	1-4 MeV	10 – 100 W
Inspección de Carga / Radiografía de instalación fija	4-9 MeV	100 – 1000 W
Oncología	4-20 MeV	100 – 1000 W
Esterilización / Procesamiento E-beam	10 MeV	10 – 50 kW
Esterilización / procesamiento de rayos X	5/7.5 MeV	20 – 200 kW

## Descripción general del sistema propuesto

- Cuatro linacs en total
- Dos linacs optimizados para los rayos X en una configuración horizontal
  - 40 kW / cada uno a 5 MeV o 7,5 MeV
- Dos linacs optimizados para los electrones en una configuración vertical
  - 20 kW / cada uno a hasta 10 MeV
  - Montado en oposición para un mayor rendimiento
  - Moduladores de estado sólido para más confiabilidad, redundancia y ahorros.



# Rango de energía y potencia



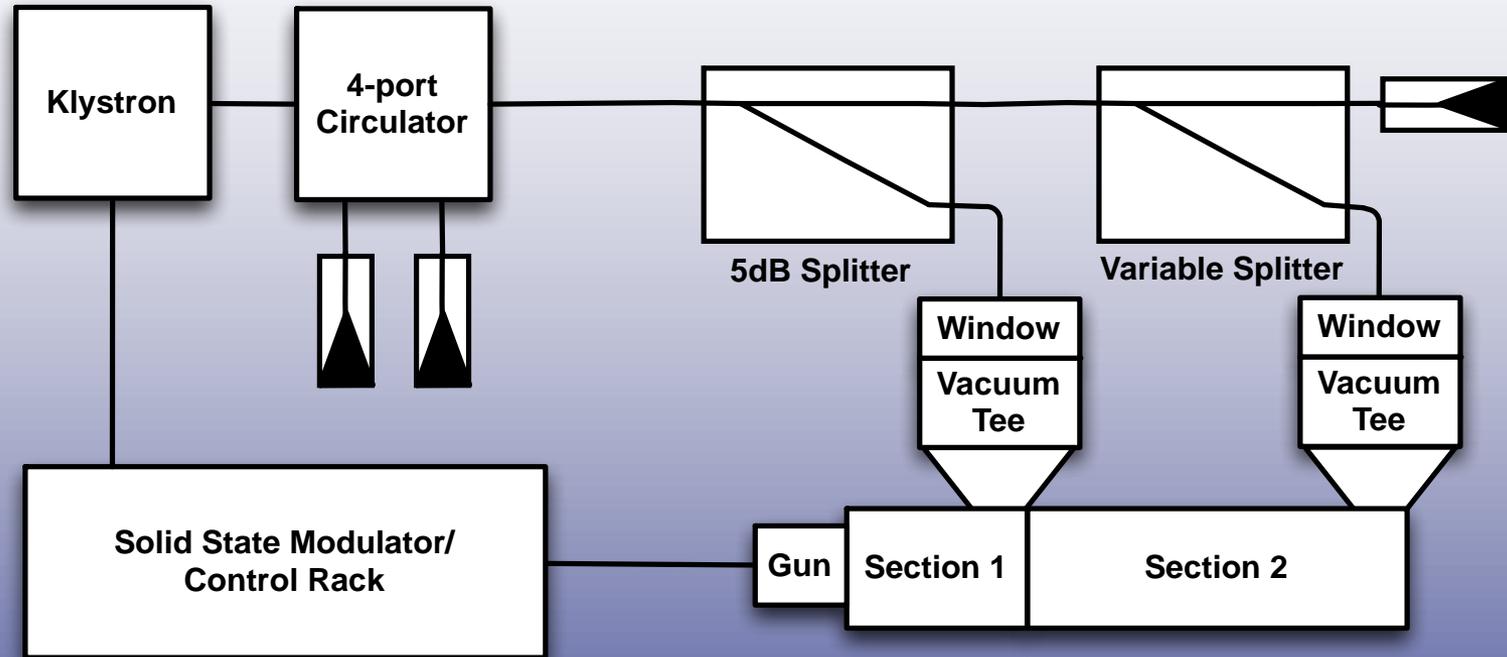
# Tasas de producción (estimadas)

Tipo de producto	Dosis [kGy]	Modo electrón (10 MeV, 40 kW) [kg/hr]	Modo rayos X (5 MeV, 80 kW) [kg/hr]
Hierbas, de baja densidad	10	4,000	150
Comida de mascota	10	6,000	200
Dispositivos médicos	15	-	250
Dispositivos médicos	25	2,200	60
Alimentación, peso ligero	4	13,000	85
Alimentos, mangostán	0.4	130,000	1,100
Frutas, Longan	0.4	160,000	1,000
Bulbos de cebolla	0.15	-	1,000
Alimentos congelados	2	28,000	70
Hierbas, comprimidas	5	10,000	80
Comida de mascota	10	5,000	30
Alimentos	2	-	150
Hierbas, embaladas en cilindro	8	-	20

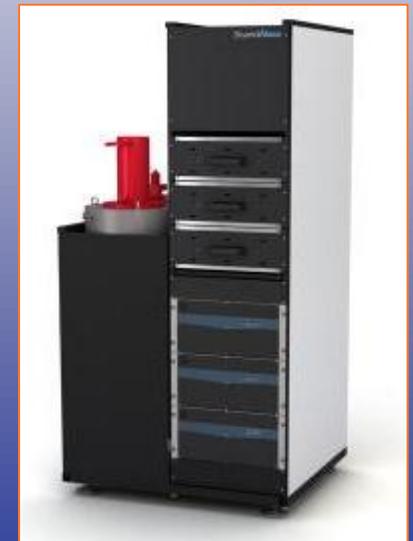
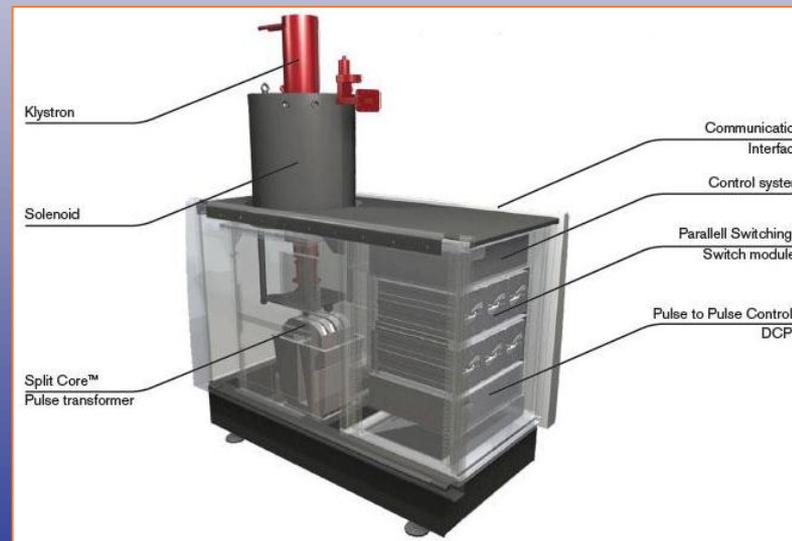
- Operación de rayos X a 5 MeV o 7,5 MeV
- Linacs de electrones y de rayos X duales permiten una multitud de tratamientos
  - Tratamiento del semiconductor
  - La reticulación / vulcanización
  - Esterilización
  - Fitosanitario
  - Modificación de piedras preciosas
- Posible mejora de energía a través de la adición de linacs adicionales— tiene que ser parte del diseño original

- Acelerador lineal de banda S
- Alta disponibilidad de repuestos, costos más bajos
- Dos niveles de potencia linac:
  - 20 kW / cada uno, tasa de repetición 450 Hz
  - 40 kW / cada uno, tasa de repetición 900 Hz
- Linac diseños permiten salidas múltiples de energía (3, 5, 7.5, 10 MeV)
  - La primera sección tiene potencia RF fijada para acelerar a 3 MeV
  - Las segundas 14 células tienen potencias de RF variables para acelerar hasta 10 MeV
- Acelerador lineal de rayos X será más corto y optimizado para la máxima potencia (40 kW) a 5 MeV
- También puede dar salida a partir de 3 -10 MeV

# Diagrama de bloques de linac



- Moduladores tradicionales se basan en tiratrones propensos a fallar. Estos moduladores tradicionales son cada vez más difíciles de conseguir
  - El modulador tiratrón es el "punto débil" en un sistema de acelerador lineal
- El Modulador de ES es la tecnología más reciente. Aporta un aumento en:
  - La seguridad
  - Eficiencia
  - Vida
  - **Confiabilidad**



- Un equipo experimentado con experiencia en la irradiación de alimentos que incluye ex-personal de SureBeam
  - El presidente-- ex ingeniero de SureBeam
  - Varios consultores que anteriormente eran personal de SureBeam
- Promesa: Trataremos lo más posible de utilizar mano de obra local
  - Construcción de instalaciones, sistema de manejo de materiales, etc.
- Flexibilidad y franqueza: Nuestros clientes aprenden cómo funcionan nuestros productos y los modifican para adaptarlos a sus necesidades cambiantes

- Guía de onda de aceleración diseñada a medida para una potencia óptima
- Modernos moduladores de estado sólido para una mayor fiabilidad y menores costos de operación
- Linacs múltiples con potencia integrada de  $> 80$  kW
- Usa componentes fácilmente disponibles
  - Permite la difusión de la potencia del haz sobre los sistemas redundantes
  - Si un módulo falla, el rendimiento se reduce, pero sigue siendo operativa la instalación
  - Una gama más amplia de los regímenes de funcionamiento

# ¡Gracias!

- ¿Preguntas?