CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTROCIRUGÍA

Introducción

UN POCO DE HISTORIA

3000AC – Los egipcios cauterizaban heridas de guerra con piedras calientes

400AC – Hipócrates discute sobre el uso del calor en el tratamiento de heridas. Cauterizacion con barras de metal.

1100DC – Medicos arabes destacan las propiedades de la cauterizacion por medio del calor

1800DC – Uso de la electricidad. Primeros experimentos de cauterización por medio de la corriente eléctrica

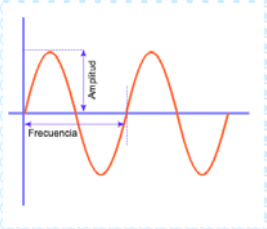
1891DC - Arsenne d' Arsonval, descubre que las corrientes de alta frecuencia causan calentamiento sin estimulacion nerviosa

1926DC – Invencion del primer electrobisturi por el Dr Bovie

DEFINICIONES

- DIATERMIA:
  - Es el uso de radiofrecuencia para producir calor en los tejidos
- HEMOSTASIA:
  - Detención natural o quirúrgica de una hemorragia. En la hemostasia natural, el vaso sanguíneo se contrae, restringiendo el flujo de sangre. Las plaquetas taponan la abertura y liberan sustancias químicas esenciales para la coagulación
- ELECTROCIRUGIA:
  - Es la técnica que consiste en el uso de corriente eléctrica de radiofrecuencia con el fin de incrementar la temperatura celular con el fin de vaporizar o coagular las mismas

¿QUE ES LA RADIOFRECUENCIA?



- Toda onda se caracteriza por:
  - Forma
  - Amplitud
  - Frecuencia
- La Electrocirugía por medio de unidades de radiofrecuencia utilizan de manera racional estos parámetros para generar sus diversos modos de funcionamiento

EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN EL ORGANISMO

- CALENTAMIENTO DE LA REGIÓN
- ESTIMULACIÓN DE MÚSCULOS Y NERVIOS
- EFECTOS ELECTROQUIMICOS

CALENTAMIENTO RESISTIVO

- El calentamiento de la piel y de los órganos internos debido al paso de la corriente eléctrica tiene su explicación en el conocido Efecto Joule.

$$T - T_0 = \frac{1}{\sigma.\rho.c}.J^2.t$$

$\sigma = Conductividad$

$\rho = Densidad$

$C = Calor_{esp}$

$J = Densidad_{CORRIENTE}$

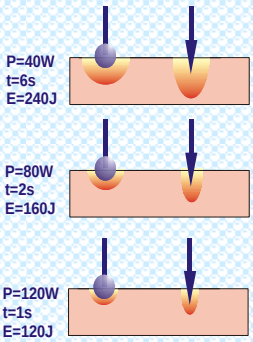
$t = Tiempo$

CALENTAMIENTO RESISTIVO

Temp °C	Efecto
>45	Mínima temperatura que produce algún tipo de daño
70 - 80	Se produce desnaturalización proteica (coagulación blanca)
90	La célula se deshidrata conservando su arquitectura
100	Se produce ebullición celular con vaporización explosiva de la célula
200	Ocurre el proceso de carbonización.

Dens. mA/mm²	Efecto
<10	Sin efectos visibles
10-20	Leve enrojecimiento de la zona
20-50	Oscurecimiento, amoratamiento
>50	Carbonización

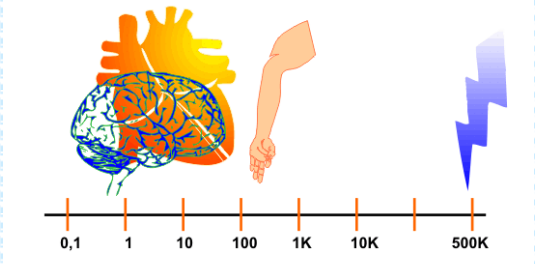
DAÑO TERMAL



$$Quemadura = \frac{Potencia \times Tiempo}{Area}$$

$$Quemadura = \frac{Energía}{Area}$$

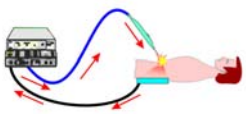
EFECTO DE LA FRECUENCIA EN DIVERSOS ORGANOS



CONCEPTOS BASICOS EN ELECTROCIRUGIA

Técnicas básicas

TECNICA MONOPOLAR



- Se establece el circuito eléctrico a través de un electrodo activo y de un electrodo dispersivo o neutro
- Debido a que el electrodo dispersivo tiene un área mucho mayor que la del electrodo activo, la energía se concentra en este ultimo

11

TÉCNICA MONOPOLAR

12

PUNTAS Y ASAS

- La forma de la punta activa determinará la densidad de corriente aplicada al paciente
- Según la técnica utilizada por el cirujano deberá elegir la punta que mejor se adapte para logar el mínimo daño

13

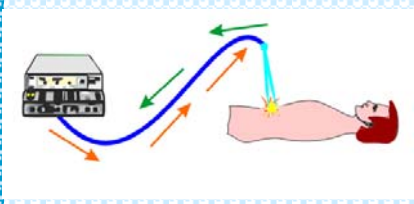
RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LA TECNICA MONOPOLAR

- Se pueden dañar temporal o parcialmente nervios
- La corriente eléctrica circula por el cuerpo siguiendo caminos poco claros, por lo tanto el lugar más apto para colocar la placa paciente es donde el camino de la corriente eléctrica sea el más corto posible, siempre dentro de lo permitido.
- Utilizar la punta o asa adecuada a la función o a la técnica requerida
- El uso desmedido de potencia desemboca en daños al paciente y pone en riesgo al personal de la cirugía
- La principal causa de daños al paciente se manifiesta con inconvenientes en la placa de retorno

Ya veremos los riesgos inherentes del mal uso de esta técnica

14

TECNICA BIPOLAR



15

TÉCNICA BIPOLAR

- La corriente circula entre los dos extremos de una pinza que hace contacto con los tejidos. La densidad de corriente así producida es alta pero se encuentra presente entre los dos electrodos cercanos, por lo tanto el calor generado se halla acotado solo a la zona de aplicación
- Su uso es muy recomendado por la gran seguridad que brinda alejando la posibilidad de daño a estructuras vecinas y por la menor necrosis que genera

CONCEPTOS BASICOS EN ELECTROCIRUGIA

Modos de funcionamiento

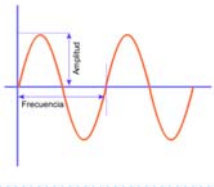
MODOS DE FUNCIONAMIENTO

- ✓Corte
- ✓Fulguración
- ✓Desecación

CORTE

- El agua de los tejidos se evapora con tanta violencia, que literalmente las células explotan. La temperatura de contacto y el vapor sobrecalentado producido aseguran la esterilización del corte

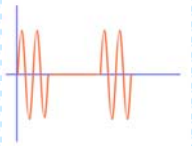
- Los controles de la función corte se representan en color amarillo.



19

CORTE

- La técnica del corte combinado produce altos niveles de hemostasia.

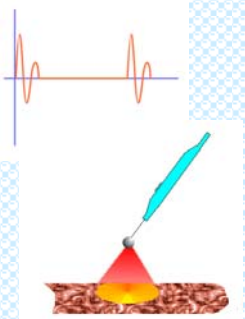


	ON	OFF
BLEND 1	50%	50%
BLEND 2	40%	60%
BLEND 3	25%	75%

20

FULGURACIÓN

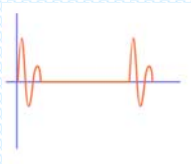
- Se logra empleando una corriente con un ciclo de trabajo muy corto (impulsos de corriente senoidal amortiguados)
- La naturaleza rápida y superficial de este tipo de coagulación incrementa la impedancia tisular, e impide que la corriente siga calentando capas superficiales mas profundas
- En este caso, no se debe tocar el tejido. La punta del electrodo activo se aproxima a la región, sin tocar. En muchos equipos este modo también es conocido como SPRAY
- Los comandos de maniobra para la coagulación se representan en color azul

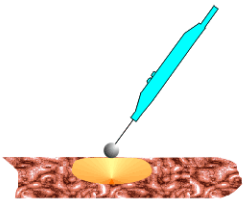


21

DESECACIÓN

- Es la destrucción superficial de tejidos por deshidratación
- La diferencia con fulguración es que en este caso, los tejidos se tocan, ya sea en corte o en coagulación





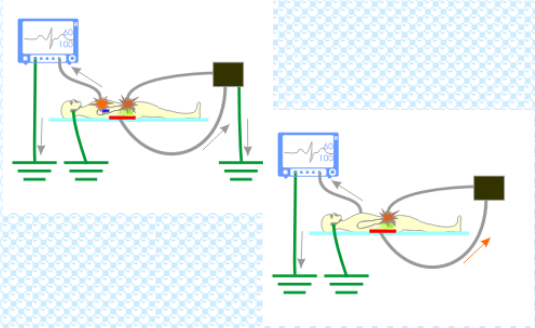
CONCEPTOS BASICOS EN ELECTROCIRUGIA

Origen de las quemaduras – Riesgos inherentes

ORIGEN DE LAS QUEMADURAS

- La principal causa de las quemaduras reside en la incorrecta colocación de la placa paciente
- La correcta ubicación de la placa paciente durante la intervención y el mantenimiento de la misma durante toda la cirugía es uno de los factores mas importantes a tener en cuenta para la prevención de daños durante la operación.

REFERIDO A TIERRA VS FLOTANTE



25

REFERIDO A TIERRA VS FLOTANTE

- Los primeros equipos (primera generación) estaban referenciados a tierra, lo que ocasionaba un alto riesgo de quemaduras debido a contactos del paciente con tierra hacían circular corrientes peligrosas.
- En el año 1995 el Emergency Care Research Institute (ECRI) recomendó no usar mas este tipo de equipos [HF18]
- Los equipos flotantes son mas seguros, ya que contactos a tierra involuntarios del paciente no pueden deberían producir circulación de corriente por lugares no deseados, lo que aumenta la seguridad

26

PREVENCION DE LAS QUEMADURAS

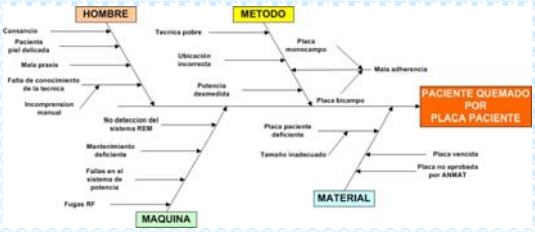
- La zona de aplicación del electrodo neutro debe ser:
  - Bien vascularizadas y con buena irrigacion sanguinea
  - Limpia y depilada
  - Sin zonas concavas ni convexas
- No se debe colocar en la región ningún tipo de sustancia que pueda modificar la resistencia entre la piel del paciente y la placa retorno
- Un incremento de mas de 12ºC en la placa paciente produce quemaduras
- El electrodo neutro no puede ser ubicado en una zona con un tatuaje ya que la pintura puede contener componentes metálicos
- En caso de pacientes con problemas en la piel, analizar el uso de la técnica monopolar en los mismos

27

PREVENCION DE LAS QUEMADURAS

- Si la placa es descartable, no la vuelva a utilizar
- Si se utilizan placas de un campo, hay que verificar que la placa se encuentre bien adherida al paciente
- Siempre hay que utilizar el tamaño de placa adecuado para la aplicación
- Las placas descartables autoadhesivas de doble campo son mas seguras que las monocampo reusables
- Los pacientes no deben tener objetos metálicos en ellos, como ser relojes, pulseras, body piercing, etc
- El cirujano debe leer profusamente el manual del usuario del equipo antes de usarlo con pacientes
- Utilizar únicamente electrodos aprobados por la autoridad competente

DIAGRAMA CAUSA EFECTO DE LAS QUEMADURAS POR PLACA PACIENTE



ALGUNOS EJEMPLOS

ALGUNOS EJEMPLOS

- Placa ingresada a servicio técnico en este estado. El cirujano aducía que el equipo nunca entrego la potencia deseada y para colmo quemo al paciente
- La placa además de no haberse retirado el protector, fue reparada de manera casera con mucha torpeza.

ALGUNOS EJEMPLOS

- El paciente se QUEMO MAL... les vamos a hacer juicio!!!!
- Placa ingresada a servicio técnico en este estado. No corresponde a nuestra fabricación

UN CASO DOCUMENTADO DE MALA PRAXIS

Clarin.com

10:55 | Un hospital militar deberá indemnizar con $ 65 mil a una mujer que sufrió quemaduras durante una operación

La medida judicial se contra el hospital de Campo de Mayo y la obra social del Ejército. La paciente padeció quemaduras en su pecho cuando era intervenida a raíz de una apendicitis aguda.

La quemadura -"de forma oval de 4 centímetros de largo por 2,0 de ancho (...) visible a simple vista y antiestética"- produjo "una desfiguración en la zona del escote" y además "puede ser terreno propicio para la producción de posibles tumores cutáneos malignos", dijeron los médicos, citando pericias.

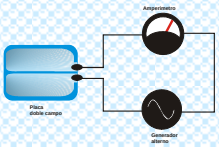
Los jueces concluyeron, también, que "la quemadura de un electrodo no es un accidente posible de ocurrir habiéndose tomado todos los recaudos necesarios".

Según el fallo, la lesión "puede responder a diversos factores: antigüedad del electrobisturí y mantenimiento de los mismos; problemas en la asimilación del electrobisturí: mantenimiento del edificio y de los aparatos; problemas en la puesta a tierra; penetraciones en la red externa de sobre tensiones o armónicas; existencia de una mala puesta a tierra en el quirófano".

CONCEPTOS BASICOS EN ELECTROCIRUGIA

Seguridad en las unidades de radiofrecuencia

MONITOREO DE LA PLACA RETORNO



mono	R<10 Ohms	Cable integro sin inconvenientes
	R>1KOms	Cable cortado
	Sin información sobre el estado del paciente, Acciona alarma solo cuando el cable esta dañado o mal conectado	
bicampo	R<120 Ohms	Buena adherencia paciente
	R>150 Ohms	No hay paciente conectado
	Sensado de la adherencia placa paciente, Control de estado monitorizado por alarmas, Se prioriza el estado de interface con el paciente en lugar del estado del cable	

- La tendencia actual es la de monitorear constantemente la buena adherencia del electrodo neutro al paciente.
- Existen varias técnicas para realizarlo, pero todas se basan en medir la impedancia de la placa contra el paciente

35

SEGURIDAD POR PUESTA A TIERRA

- En todas aquellas salas que se utilicen unidades de radiocirugía, las mismas deben estar correctamente puestas a tierra
- En equipos referidos a tierra, cualquier parte metálica que haga contacto con el paciente puede desembocar en una quemadura no deseada o en otro tipo de accidente
- Bajo ninguna circunstancia el paciente deberá tener objetos metálicos sobre si, incluidos aros o body piercing
- A la hora de la compra de una unidad, no se debe dudar en comprar equipos flotantes frente a los referidos a tierra
- En muchas circunstancias el camino de retorno de la corriente eléctrica no queda claro, ya que se establece por medio de capacitancias (**capacitancia a tierra**). Siempre se recomienda mantener toda parte metálica ajena a la cirugía lejos del paciente
- La instalación eléctrica de la sala de cirugía debe cumplir con normativas especificas (**AEA 90364-7-710**)

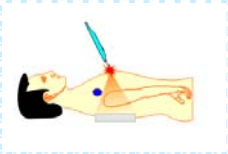
36

INTERFERENCIAS ELECTROMAGNÉTICAS

- **Las interferencias mas reportadas son:**
  - Ruidos en las pantallas de los monitores cardíacos y en computadores
  - Corte de señal o imagen lluviosa en repetidores
  - Comportamiento errático de equipos médicos próximos al equipo de electrocirugía
  - Ruido en equipos de radio y música
  - Interferencias en la comunicación con celulares
- **Para minimizar estos efectos se puede recurrir a:**
  - Apantallado electroestático
  - Puesta a tierra
  - Desacoples en la etapa de salida
  - Filtros en etapas de alta frecuencia
  - Conectores apropiados para altas frecuencias

37

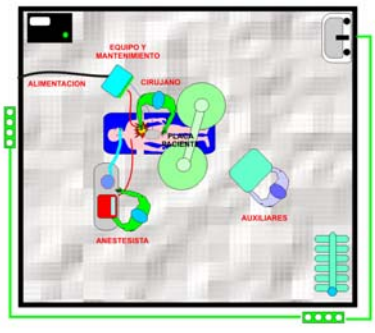
IMPLANTES ACTIVOS Y PASIVOS



- **La circulación de una corriente por los circuitos de salida del implante pueden producir un cortocircuito**
- **La corriente puede producir una elevada disipación de calor con consecuencias negativas tanto para el paciente como para el implante.**
- **Los implantes pasivos metálicos pueden concentrar calor en su superficie**
- **Pueden modificar la trayectoria de la corriente estableciendo caminos preferenciales**

38

SEGURIDAD EN EL QUIROFANO



39

SEGURIDAD EN EL QUIROFANO

- El equipo genera señales de alta frecuencia. Verificar la compatibilidad electromagnética
- Los electrodos de supervisión, deben hallarse lo mas lejos posible de los electrodos de cirugía
- Evitar que los cables formen un lazo cerrado. Nunca enrolle los cables alrededor de pinzas u otro objeto metálico.
- El paciente bajo ninguna circunstancia debe estar en contacto con superficies metálicas conectadas a tierra o que tengan una apreciable capacitancia a tierra
- Verificar que no haya líquidos derramados en la zona quirúrgica
- El paciente debe estar correctamente ventilado
- Corroborar constantemente el estado de la placa paciente y su correcto monitoreo. En caso de alarma comunicarse con quien corresponda
- Todos los involucrados deben haber leído el manual y recibir constantes cursos de capacitación
- Usar placas paciente del tamaño correspondiente según la cirugía

DESCRIPCION INTERNA DEL EQUIPO KAIROS/LABRIS

PRESENTACION DE LA EMPRESA

- Los equipos Kairos y Labris han sido concebidos y diseñados según Norma IEC 60601-1 y IEC 60601-2-2
- La empresa dispone de un sistema de gestión de calidad ISO 9001 y además esta certificada por ANMAT bajo cumplimiento de las Buenas Practicas de Fabricación de equipos médicos (PM1364)
- En la actualidad no solo vende en el país, sino, que estos equipos son exportados a Rusia, Brasil, EEUU

PRESENTACION DE LOS EQUIPOS

FORMA DE USO

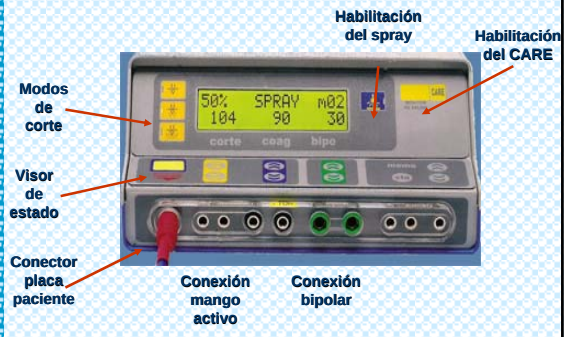


DIAGRAMA EN BLOQUES

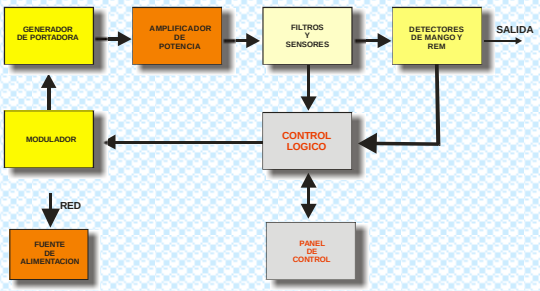
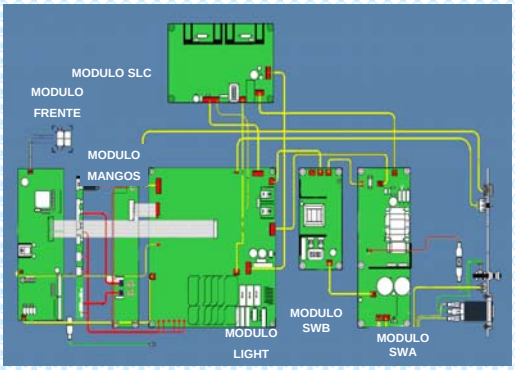
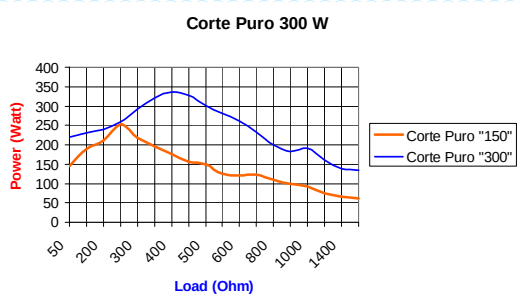


DIAGRAMA EN BLOQUE



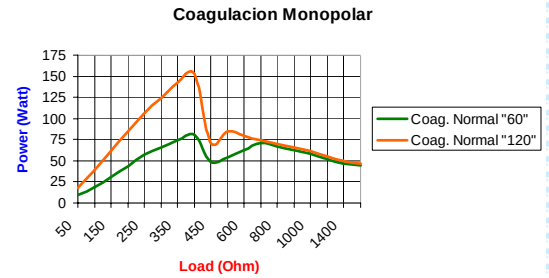
46

CURVAS DE SALIDA



47

CURVAS DE SALIDA



48

DESARME DEL EQUIPO

MODULO SWA

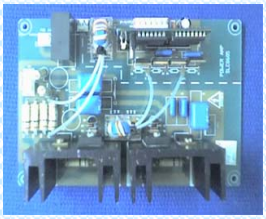
- Este modulo es el encargado de proveer los 300Vdc para alimentar el modulo SWB y la tensión variable (0 a 270Vdc) para la placa LIGHT.
- La primera etapa esta constituida de un rectificador/doblador de tensión logrando obtener una tensión rectificada y filtrada de aprox. 300 Vdc. La etapa siguiente esta constituida por una fuente de alimentación conmutada capaz de entregar a su salida una tensión ajustable entre 0 y 270 Vdc con una corriente máxima de 3 Amperes.

MODULO SWB

- La placa SWB es la fuente de alimentación del equipo. Recibe los 300Vdc provenientes desde el modulo SWA y entrega a su salida los 20Vdc necesarios para alimentar todos los circuitos lógicos y analógicos.
- Este módulo es una fuente conmutada. Su frecuencia de operación es de 80Khz y se encuentra debidamente protegida contra cortocircuitos y contra la inversión de polaridad de entrada. La tensión a su salida esta regulada, estabilizada y galvánicamente aislada de la red

MODULO SLC

- Esta placa es la que genera la portadora y amplifica dicha señal hasta alcanzar la potencia deseada.



MODULO LIGHT

- **Este modulo se encarga de:**
  - Unidad de control
  - Modulador
  - Sonidos
  - Automatismos (Spray y CARE)
  - Filtros y sensado de salida

MODULO LIGHT

- Unidad de control:
  - Es el “cerebro” del equipo. Se encarga de proporcionar las señales al panel de control y de activar los distintos relays dependiendo de la funcion activada.
- Modulador:
  - Se encarga de generar las señales de modulacion de la portadora siendo este controlado en forma digital
- Sonidos:
  - Genera los diversos sonidos requeridos para el buen funcionamiento de la unidad.
- SPRAY y CARE:
  - El CARE se activa en los casos en que la carga es de muy baja impedancia, incrementando en este caso el ciclo activo de la modulacion.
  - El automatismo SPRAY detecta cuando la carga es menor a los 500Ohms, conmutando al modo de coagulacion normal
- Filtros y sensados de salida:
  - Se produce el filtrado, adaptacion de impedancia y sensado de las corrientes de la señal de salida.

MODULO FRENTE

- Este modulo se encarga de la comunicación con el usuario, el control de las diferentes funciones y la potencia entregada por el equipo.
- Este modulo dispone de un microprocesador y memorias EEPROM y RAM, que son necesarios para el control de los puertos.

55

MODULO MANGOS

- Este modulo es el encargado de la aislacion eléctrica entre los elementos en contacto con el paciente y los circuitos lógicos del equipo.
- Para lograr este fin se utiliza un sistema basado en transformadores de aislacion y optoacopladores

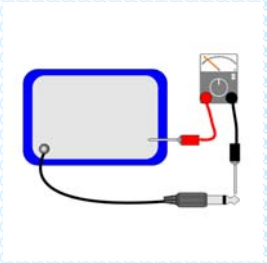
56

MANTENIMIENTO EN EL CAMPO QUIRURGICO

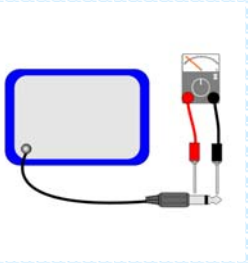
Parte	Tarea	Acción correctiva
Chasis	Examinar el exterior del equipo. Verificar que la carcasa esté intacta y que todos los tornillos estén colocados. Que no haya señales de líquidos derramados u otros daños visibles a simple vista.	En caso de encontrar rajaduras, falta de tornillos o se note que del equipo sale algún líquido. **NO LO USE**.
Cable de Red	Examinar si está dañado. Inspeccionar el cordón por si existe la posibilidad de daños	Cambie el cordón en caso que no este en condiciones
Electrodos activos	Inspeccionar todos los cables, ver que estén en buenas condiciones. Asegurarse que el terminal y el cable están fuertemente unidos sin posibilidad de rotación del terminal sobre el cable. Verificar que las puntas estén en condiciones	Reemplazar aquel cable que no pase el test visual
Electrodo Neutro	Revisar los cables de los electrodos neutros, de cualquier posible rotura de su aislamiento o de otros daños evidentes. Verificar que el equipo acciones las alarmas cuando se conecta y desconecta	Reemplazar aquel electrodo que no pase el test. Los electrodos de un solo uso, SOLO PUEDEN SER UTILIZADOS UNA UNICA VEZ.
Pedal	Examinar las condiciones generales del pedal. Activar el interruptor para ambas posiciones Corte y Coagulación	Ante cualquier falla, proceder a comunicarse con el servicio técnico calificado
Teclas y display	Confirmar el funcionamiento de todas las luces, indicadores y displays de visualización de la unidad. Verificar que el teclado de mandos se encuentre en buen estado	

57

CONTROL DE LA PLACA PACIENTE REUSABLE



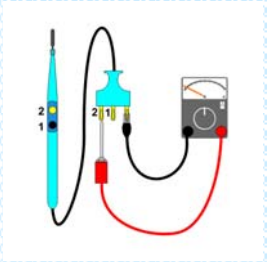
R<10 Ohms

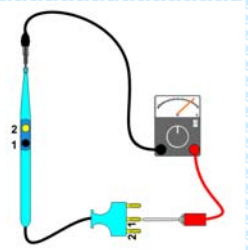


R<1 Ohms

58

CONTROL ELECTRODO ACTIVO

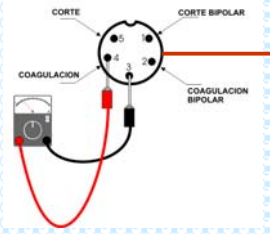




R<50 Ohms

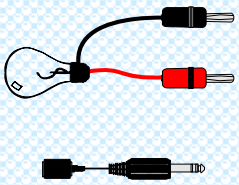
59

CONTROL DEL PEDAL



60

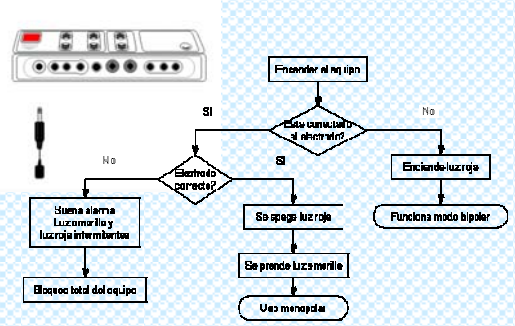
CONFECCION DEL DISPOSITIVO DE PRUEBA DE CAMPO



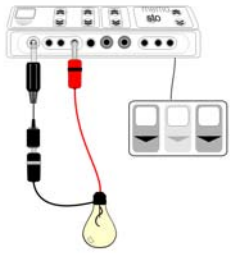
- Lámpara de 200W de tungsteno
- Dos fichas tipo banana 4mm
- Plug estereo 3,5mm
- Ficha banana hembra

El plug debe estar cortocicuitado y al mismo se le suelda un terminal a la ficha banana hembra

CONTROL DE DETECCION PLACA PACIENTE



PRUEBA SALIDA MONOPOLAR

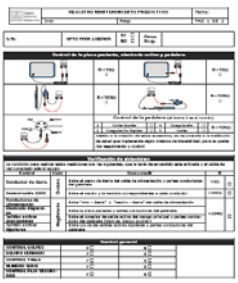


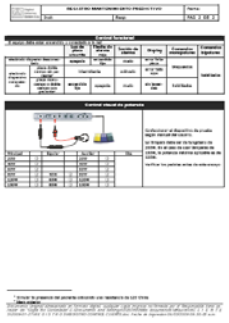
- Se conecta el circuito de prueba según la figura
- Se setea la unidad en 80W de corte y en 60W de coagulación
- Se aprieta el pedal de corte y se debe ver que la lámpara se enciende.
- Se aprieta el pedal de coagulación y el filamento de la lámpara debe tener una tonalidad rojiza
- . Potencias superiores a los 150W de corte, producirán un brillo notable en la lámpara.
- Para el caso de coagulación, valores de potencia menores a los 60W producirán una leve coloración rojiza en el filamento.

MANTENIMIENTO Y CONTROL

- En el caso que la institución disponga de un probador de electrobisturies, se debe corroborar que la curva de salida obtenida coincida hasta con un error del 20% con la de fabrica
- Se debe remitir el equipo por lo menos una vez al año a fabrica para realizar controles mas específicos
- Realizar al menos una capacitación anual al personal de quirófano
- Se debe realizar un control funcional antes de cada uso
- Según uso y cuidado, se recomienda un mantenimiento semanal de cada unidad según IEC 62353 (control visual)
- Ante la menor duda contactarse con el Dpto Técnico de DDS, que gustosamente responderá sus inquietudes

FORMULARIO DE CONTROL





BIBLIOGRAFIA

- Principies of applied biomedical instrumentation. Geddes, Baker.
- Medical Instrumentation. Webster
- Curso de electrocirugía. Valleylab
- Manual del usuario Kairos KX. Minicomp
- Cuadernos Técnicos. Minicomp
- Electrosurgery: A Historical Overview. Valleylab
- The Bioingeneer Handboock. Bronzino
- Perioperative guidellines main theatre. Electrosurgery Guide 4. AORN

FIN

GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN

Gustavo Javier Wain
dimionsiselec@gmail.com