

**ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL
EXPERIENCIAS EN CUBA**

Dr. Julio Zamarreño Hernández

**Centro Nacional de Rehabilitación Julio Díaz
Ciudad Habana, Cuba**

ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL

CONCEPTO

ES LA ESTIMULACION ELECTRICA DE LOS MUSCULOS , TOTAL O PARCIALMENTE PRIVADOS DEL CONTROL NERVIOSO VOLUNTARIO, CON EL OBJETIVO DE PROVOCAR LA CONTRACCION MUSCULAR, PARA OBTENER DETERMINADAS FUNCIONES

ALTERNATIVAS PARA RESTAURAR UNA FUNCION

1. TERAPIA KINESIOLOGICA:

a) MANUAL

b) INSTRUMENTAL

2. ORTESIS MECANICA:

a) PASIVA

b) DINAMICA

c) ENERGIA ALMACENA / SUMINISTRO EX

3. ORTESIS ELECTRONICA:

a) LAZO ABIERTO

b) LAZO CERRADO

4. ORTESIS INFORMATICA

BIORRETROALIMENTACION

5. HIBRIDO

ORTESIS

PRINCIPALES OBJETIVOS

- ▶ **ESTABILIZACION DE UNA O MAS ARTICULACIONES**
- ▶ **PROPORCIONAR O REGULAR SOPORTE**
- ▶ **CONTROL DE LOS MOVIMIENTOS ARTICULARES**
- ▶ **PREVENCION O CORRECCION DE DEFORMIDADES**
- ▶ **COMPENSAR FUNCIONES DE MUSCULOS Y NERVIOS**
- ▶ **REEDUCACION NEUROMUSCULAR**

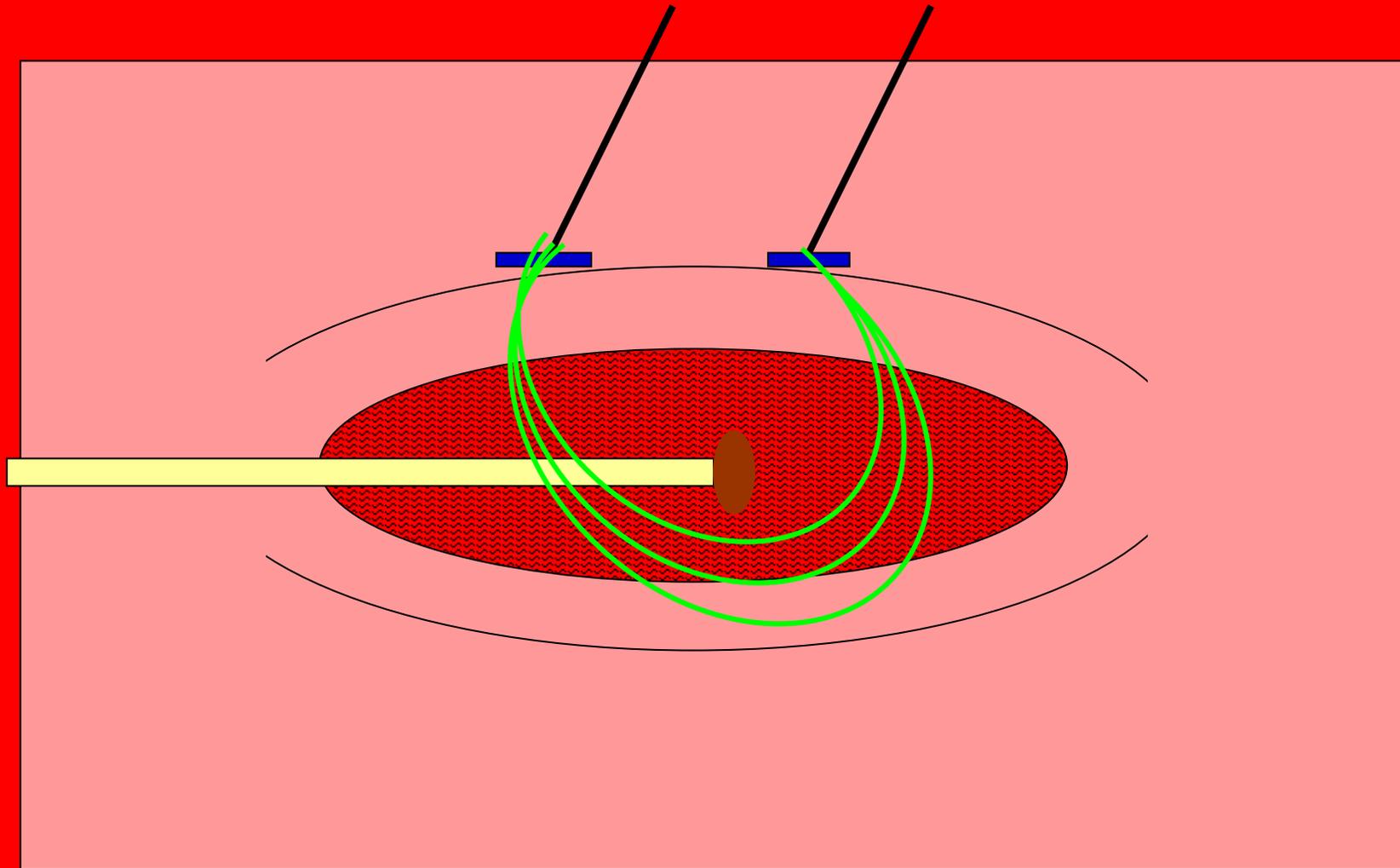
FORMAS DE ADMINISTRACION DE LA ESTIMULACION

SISTEMAS EXTERNOS NO INVASIVOS
TOTALMENTE FUERA DEL CUERPO

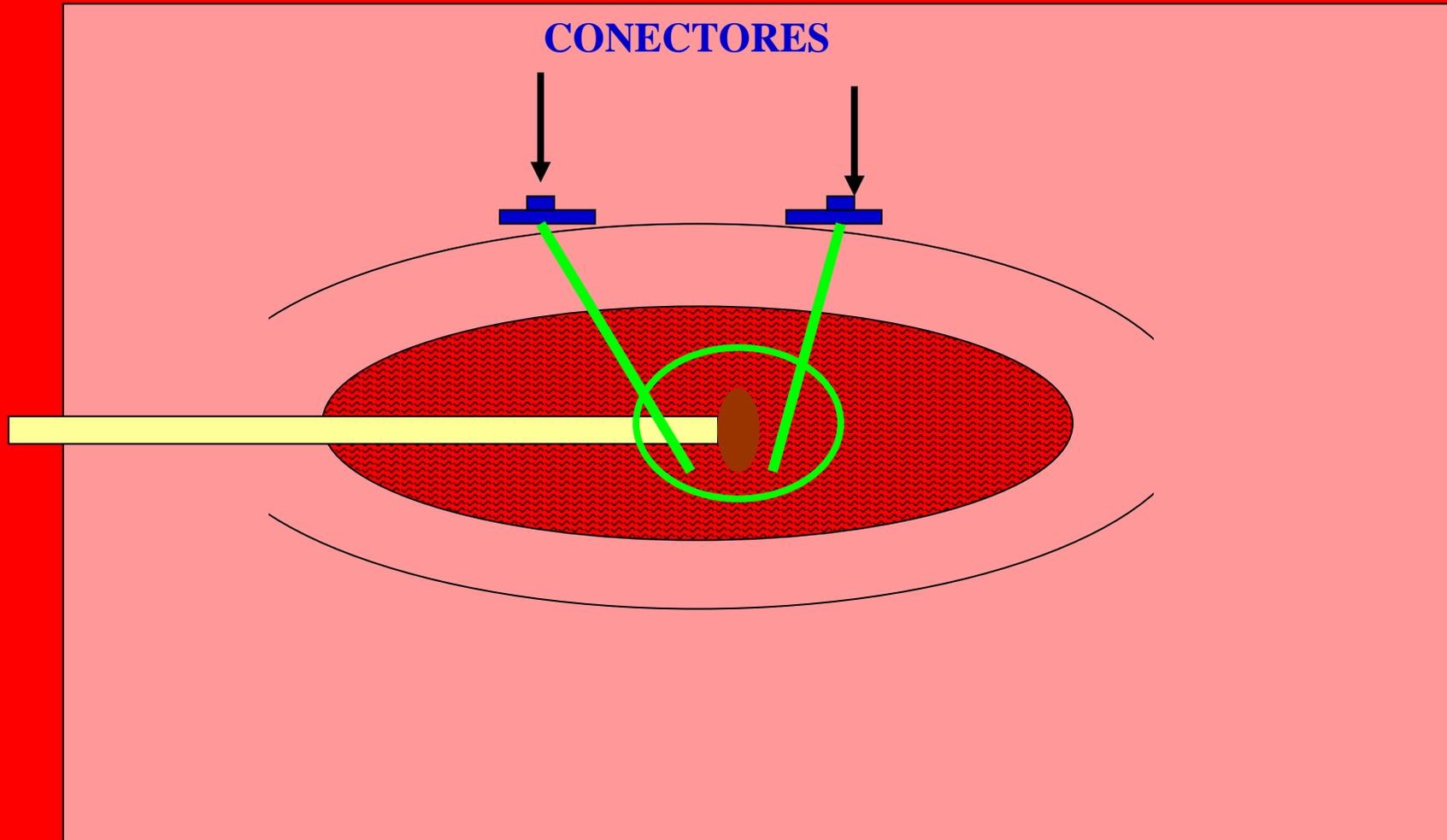
SISTEMAS PERCUTANEOS
ESTIMULADOR Y CONTROLES FUERA DEL CUERPO

SISTEMAS IMPLANTADOS
ESTIMULADOR Y ELECTRODOS DENTRO DEL
CUERPO

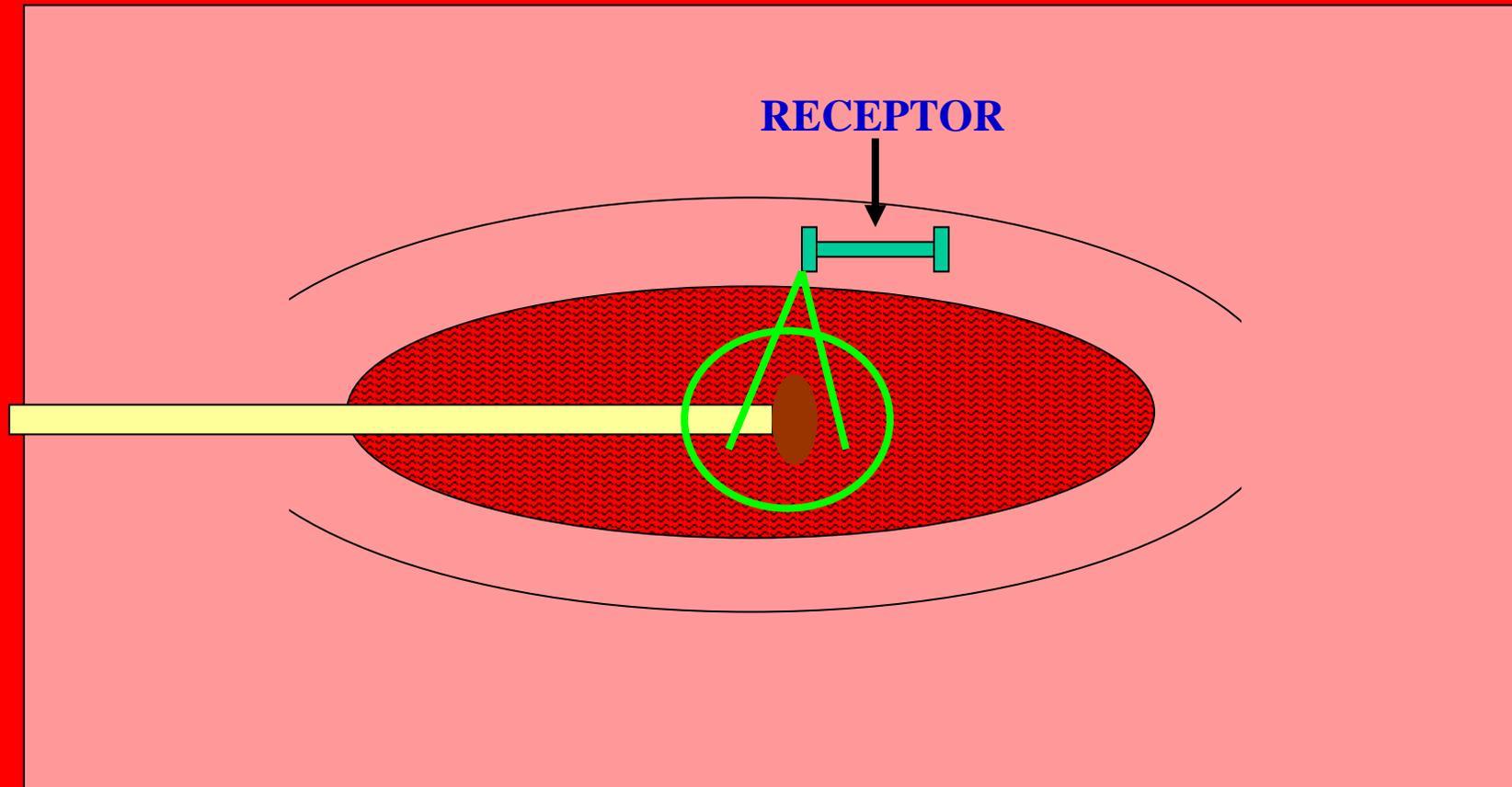
ESTIMULACION SUPERFICIAL



ESTIMULACION PERCUTANEA



ESTIMULACION IMPLANTADA



APLICACIONES CLINICAS

- **RESTAURAR O SUSTITUIR FUNCIONES MOTORAS ALTERADAS O AUSENTES DEBIDO A LESION DEL SNC**
- **RECUPERAR LOS MECANISMOS NEUROFISIOLOGICOS DE LA NEURONA MOTORA SUPERIOR**
- **RESTAURAR LOS MECANISMOS REFLEJOS BASICOS DE LOS MOVIMIENTOS, INTEGRADOS A NIVEL MEDULAR**
- **EN LA REEDUCACION NEUROMUSCULAR, PARA DESARROLLAR NUEVAS FUNCIONES EN DETERMINADOS MUSCULOS O GRUPOS DE MUSCULOS**

INDICACIONES EN LESIONES DEL S.N.C.

- **HEMIPLEJIA, PARAPLEJIA, CUADRIJIA**
- **MONOPARESIA O DIPARESIA**
DE CAUSA TRAUMATICA, QUIRURGICA,
TOXICO-QUIMICA, TUMORAL.
- **POR AFECCION DEL S.N.C. COMO LA**
ESCLEROSIS MULTIPLE, LA MIELITIS
TRANSVERSA, LA MIELOMALACIA,
LA PARALISIS CEREBRAL

CONTROL EXTERNO DE LA SEÑAL ELECTRICA

a) CONTROL DE LAZO ABIERTO
(OPPEN-LOOP CONTROL)

ENCENDIDO/APAGADO (ON/OFF CONTROL)

PROPORCIONAL (PROPORTIONAL CONTROL)

b) CONTROL DE LAZO CERRADO
(CLOSED-LOOP CONTROL)

MECANISMOS DE RETROALIMENTACION

MODOS DE APLICACION

1. ESTIMULACION MONOCANAL UNILATERAL

a) CONTROL IPSILATERAL

b) CONTROL CONTRALATERAL

2. ESTIMULACION MONOCANAL BILATERAL

3. ESTIMULACION BICANAL

4. ESTIMULACION MULTICANAL

PARAMETROS OPTIMOS DE LA ESTIMULACION

- **DURACION** **0,1 – 0,5 ms**
- **FRECUENCIA** **20 - 50 Hz**
- **INTENSIDAD** **Variable NCS**
- **GRADIENTE** **Variable NMS**
- **FORMA DE PULSO**
- **TREN DE PULSOS**

OBJETIVOS DE SELECCIÓN DE LOS PARAMETROS OPTIMOS

- **PRODUCIR CONTRACCION MUSCULAR EFECTIVA**
- **REDUCIR SENSACION DEL DOLOR**
- **EVITAR O REDUCIR IRRITACION DE LA PIEL**
- **ALEJAR LA APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR**

ELECTRODOS

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS

- SUPERFICIALES, PERCUTANEOS, IMPLANTADOS
- TAMAÑO Y FORMA
- CONSTITUCION
- POLARIDAD
- IMPEDANCIA
- MEDIOS DE FIJACION Y ACOUPLE
- DISTANCIA INTERELECTRODOS
- INTERCONECCION
- APARIENCIA COSMETICA

VENTAJAS DE LA E.E.F.

- **VENTAJAS ESTETICAS**
- **VENTAJAS CLINICAS**
- **VENTAJAS BIOMECHANICAS**

VENTAJAS ESTETICAS

- **EL EFECTO COSMETICO EN SU FUNCION COMO ORTESIS ES SUPERIOR**
- **LA EJECUCION DE LOS MOVIMIENTOS FUNCIONALES TIENE MAYOR APROXIMACION A LA APARIENCIA NORMAL**
- **EN GENERAL, LA MAYOR PARTE DEL SISTEMA PUEDE SER DISCRETAMENTE OCULTADA POR LA ROPA CONVENCIONAL**

VENTAJAS CLINICAS

- **FACILITA LA FUNCION NEUROMUSCULAR**
- **MEJORA EL ESTADO CIRCULATORIO LOCAL**
- **FAVORECE EL TROFISMO MUSCULAR**
- **AUMENTA EL RENDIMIENTO
CARDIOPULMONAR**
- **PREVIENE LA RETRACCION
MUSCULOTENDINOSA**
- **PROFILAXIS EN LA LITIASIS Y SEPSIS
UROLOGICAS**
- **ESTIMULA LA MINERALIZACION OSEA**
- **PSICOLOGICAMENTE FAVORABLE**

VENTAJAS BIOMECANICAS

- **INTERACTIVA CON EL CONTROL POSTURAL Y EL EQUILIBRIO**
- **PARTICIPACION ACTIVA EN LAS FUNCIONES DE BIPEDESTACION, MARCHA Y MANIPULACION DE LOS MsSs**
- **RAPIDEZ Y FACILIDAD EN LA COLOCACION Y MANIPULACION DEL SISTEMA**
- **INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR**
- **AUMENTO EN EL TIEMPO DE APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR**
- **MEJORA LAS CARACTERISTICAS CINEMATICAS DE LA MARCHA**

LIMITACIONES

- **LESION DE LA NEURONA MOTORA PERIFERICA**
- **CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES CONTRACTILES DE LOS MUSCULOS**
- **RETRACCION Y DEFORMIDADES OSTEOMIOARTICULARES**
- **DIFICULTAD EN LA LOCALIZACION Y RESPUESTA MUSCULAR DE LOS PUNTOS DE ESTIMULACION MOTORA**
- **ESPASTICIDAD SEVERA EN TONO FLEXOR DOMINANTE**
- **ENFERMEDADES CARDIO RESPIRATORIAS CON RIESGO DE DESCOMPENSACION**
- **DESORDEN MENTAL SEVERO**

OTRAS LIMITACIONES

- **EDAD**
- **SEXO**
- **BIOTIPO**
- **PESO CORPORAL**
- **NIVEL DE LA LESION**
- **INTENSIDAD DE LA LESION**
- **AUTOESTIMA Y DISPOSICION**
- **CONDICION SOCIO ECONOMICA**

CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (I)

- **EVALUACION INICIAL**
HEA, APP, EXAMEN FISICO, ESTUDIOS DE LABORATORIO E IMAGENOLOGICOS
- **ETIOLOGIA DE LA LESION**
TRAUMATICA, QUIRURGICA, TUMORAL, DEGENERATIVA, TOXICO-QUIMICA
- **NIVEL DE LESION MEDULAR**
COMPLETA (T6 – T11)
INCOMPLETA (INDIF)

CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (II)

SISTEMA OSTEOMIOARTICULAR

- **ESPASTICIDAD LIGERA, SEVERA**
- **TONO FLEXOR DOMINANTE**
- **TONO EXTENSOR DOMINANTE**
- **TROFISMO MUSCULAR**
- **OSTEOPOROSIS**
- **OSIFICACION HECTEROTOPICA**
- **RETRACCIONES ARTICULARES**
- **DEFORMIDADES**
- **DISCREPANCIAS**

CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (III)

SISTEMAS CARDIO - RESPIRATORIO

- **MARCAPASOS DE DEMANDA**
- **MIOCARDIOPATIAS SEVERAS**
- **HIPERTENSION ARTERIAL REFRACTARIA**
- **TROMBOFLEBITIS RECURRENTES**
- **EPOC - DISNEA**

CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (IV)

APARATO UROGENITAL

- **INFECCIONES RECURRENTE**
- **INSUFICIENCIA RENAL**

PIEL Y TCS

- **INTEGRIDAD, ULCERAS, HERIDAS, DERMATITIS**
- **RESISTENCIA**
- **OBESIDAD**

CRITERIOS MEDICOS DE SELECCION DE PACIENTES (V)

SISTEMA NERVIOSO

- **HIPERESTESIA, HIPO – ANESTESIA**
- **DISRREFLEXIA AUTONOMA**
- **COORDINACION Y POSTURA**
- **NEUROPATIAS**

OTROS CRITERIOS

- **COMPENSACION PSICOLOGICA**
- **EDAD, ESTADO FISICO**
- **AFECCIONES O ESTADOS ASOCIADOS COMO GRAVIDEZ Y ORGANOS DE LOS SENTIDOS**

INSUFICIENCIAS

- **DEPENDENCIA PERMANENTE DEL SISTEMA**
- **RAPIDA APARICION DE LA FATIGA MUSCULAR Y CESE DE LA FUNCION**
- **RIESGO POTENCIAL DE ACCIDENTE POR CAIDAS O CAUSAS TECNICAS**
- **AUTONOMIA DE DESPLAZAMIENTO RELATIVAMENTE CORTA**
- **FRECUENTE EMPLEO DE AYUDA EXTERNA QUE OCUPA MsSs**
- **COSTO ECONOMICO IMPORTANTE**

EXPERIENCIA CUBANA

- 20 AÑOS DE EMPLEO Y DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE E E F (FES)
- IMPLEMENTACION, DISEÑO Y FABRICACION DE UNA FAMILIA DE EQUIPOS PARA LA E.E.F.
- TECNICAS ASOCIADAS A LA E E F
- INTRODUCCION DE AYUDAS EXTERNAS
- TECNICAS Y METODOS DE VALORACION

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- **CENTRO NACIONAL DE REHABILITACION JULIO DIAZ**
- **INSTITUTO CENTRAL DE INVESTIGACION DIGITAL. ICID**
- **INSTITUTO SUPERIOR POLITECNICO JOSE ANTONIO ECHEVARRIA. ISPJAE**
- **CENTRO DE NEUROCIENCIAS DE CUBA. CENIC**
- **FACULTAD DE MATEMATICA Y COMPUTACION DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA**
- **INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE MECANIZACION AGROPECUARIA. IIMA**
- **INSTITUTO SUPERIOR DE DISEÑO INDUSTRIAL. ISDI**

DESARROLLO

- MECANICA SEGURIDAD, ESTETICA, ERGONOMIA, PORTABILIDAD
- ELECTRONICA CIRCUITOS INTEGRADOS DE BAJO CONSUMO, MICROPROCESADORES INTERRUPTORES, SENSORES, ELECTRODOS PULSO DE ESTIMULACION
- FUNCIONES PRECISION, ESPECIFICIDAD, VERSATILIDAD
- TECNICAS ASOCIADAS

PROGRAMAS

DIRIGIDOS FUNDAMENTALMENTE A REEDUCAR FUNCIONES MOTORAS PERDIDAS O ALTERADAS POR ENFERMEDAD O LESION DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL.

HEMIPLEJIA, PARAPLEJIA CUADRIPLAJIA, ENFERMEDADES DEGENERATIVAS, P.C.

POSTURA, EQUILIBRIO, BIPEDESTACION, MARCHA, APERTURA Y CIERRE DE LAS MANOS

PRINCIPALES PROGRAMAS

- **RESTAURAR Y REEDUCAR LAS FUNCIONES DE APERTURA Y PREHENSION DE LA MANO PARALIZADA EN AFECCIONES CEREBROVASCULARES**
- **REEDUCAR LA CORRECCIÓN O RESTAURACIÓN DE LOS PATRONES CINEMÁTICOS DE LA MARCHA EN AFECCIONES CEREBROVASCULARES**
- **DESARROLLAR LA BIPEDESTACIÓN Y LA MARCHA DOMICILIARIA EN PACIENTES CON LESIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL**

EQUIPOLOGIA

ESLEM - 21





EQUIPOLOGIA

STIMUL - U



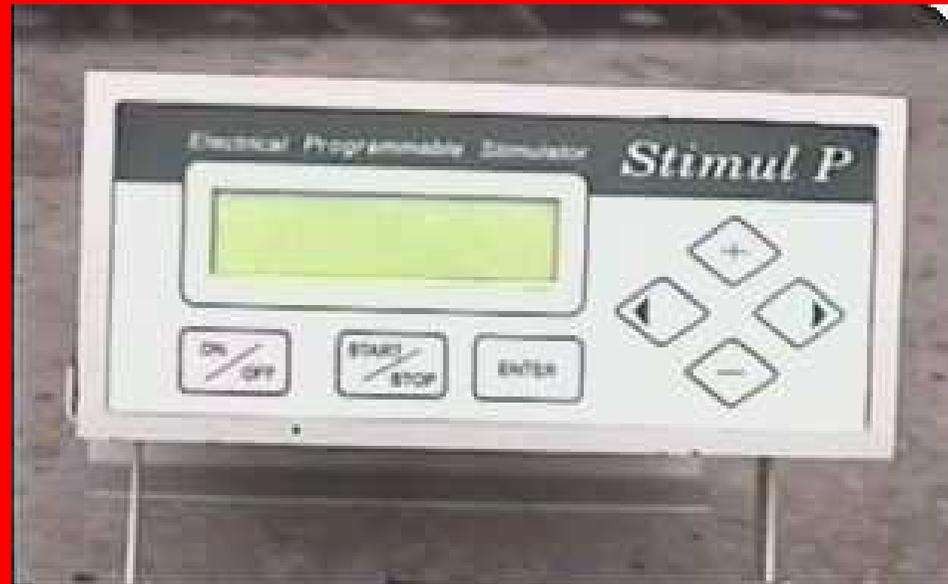
EQUIPOLOGIA

STIMUL - B



EQUIPOLOGIA

STIMUL - P



EQUIPOLOGIA

STIMUL - H



EQUIPOLOGIA

STIMUL - L



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE

GOLPETEO DEL PIE



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE

GOLPETEO DEL PIE

INVERSION DEL PIE



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE

GOLPETEO DEL PIE

INVERSION DEL PIE

EVERSION DEL PIE



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE

GOLPETEO DEL PIE

INVERSION DEL PIE

EVERSION DEL PIE

GENUS FLEXUS



APLICACIONES

DESCENSO ANTEPIE

GOLPETEO DEL PIE

INVERSION DEL PIE

EVERSION DEL PIE

GENUS FLEXUS

GENUS RECURVATUM



APLICACIONES

APERTURA DE MANO



APLICACIONES

APERTURA DE MANO
PREHENSION MANO



APLICACIONES

APERTURA DE MANO

PREHENSION MANO

BIPEDESTACION



APLICACIONES

APERTURA DE MANO
PREHENSION MANO

BIPEDESTACION
MARCHA



RESULTADOS

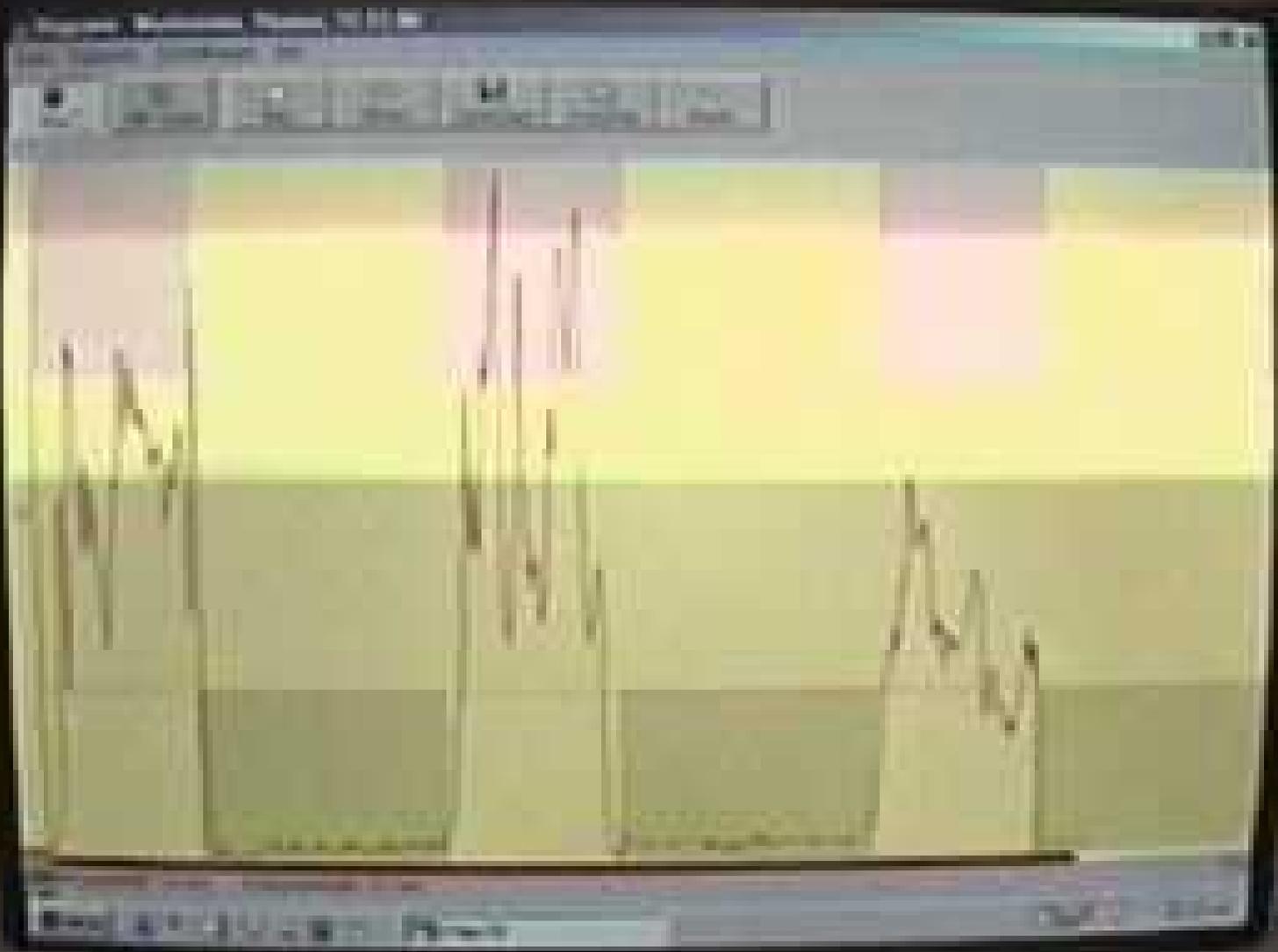
- PROFILAXIS
- CONTENCION
- RESTAURACION
- RECUPERACION
- DESARROLLO
CIENTIFICO-TECNICO

TECNICAS ASOCIADAS

BIOFEEDBACK







Programm Parametrieren

Parameter1	Trigger	Parameter
Parameter1	Parameter2	Parameter3

Reinbruch

- EMG
- EMG+ES
- ES
- EMG gesteuert
- ES gesteuert

Programm

Programm0

Anzahlwert

Entspannung

 Speichern

Drucken

 Abbrechen





LA MUSICA EN LA REEDUCACION FUNCIONAL

- **CORRECCION POSTURAL**
- **ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO**
- **COORDINACION MUSCULAR**
- **AMPLITUD ARTICULAR**
- **MODULACION DE LA ESPASTICIDAD**
- **ESTIMULACION Y MOTIVACION**

SISTEMA

ENTRADA

SEÑAL DE AUDIO Y
SEÑAL DE VIDEO

EQUIPO VCR
DISCO COMPACTO
DISCO DURO
TELEVISION RF
TV SATELITAL
CAMARA CCD
RADIO GRABADOR
MICROFONO



ATI - TV
CARD

SALIDA

SEÑAL DE VIDEO POR
RF Y RCA EN TV

SECUENCIA GRAFICA
FOTO INSTANTANEA

SEÑAL DE AUDIO
ESTEREOFONICO

SIMULTANEA V/ TV
O INDEPENDIENTE

EN ESTACION Y/O
REMOTO

MECANOSUSPENSION TERAPIA

ES UNA TECNICA TERAPEUTICA QUE SE FUNDAMENTA EN LA INSTRUMENTACION DE VARIADOS SISTEMAS DE FUERZAS PARA REGIONES ANATOMICAS SUSPENDIDAS, DISMINUYENDO LA FUERZA DE FRICCION Y MODIFICANDO LA FUERZA DE GRAVEDAD EN LA EJECUCION DE LOS MOVIMIENTOS



PRINCIPIOS MECANICOS DE LOS EJERCICIOS EN SUSPENSION

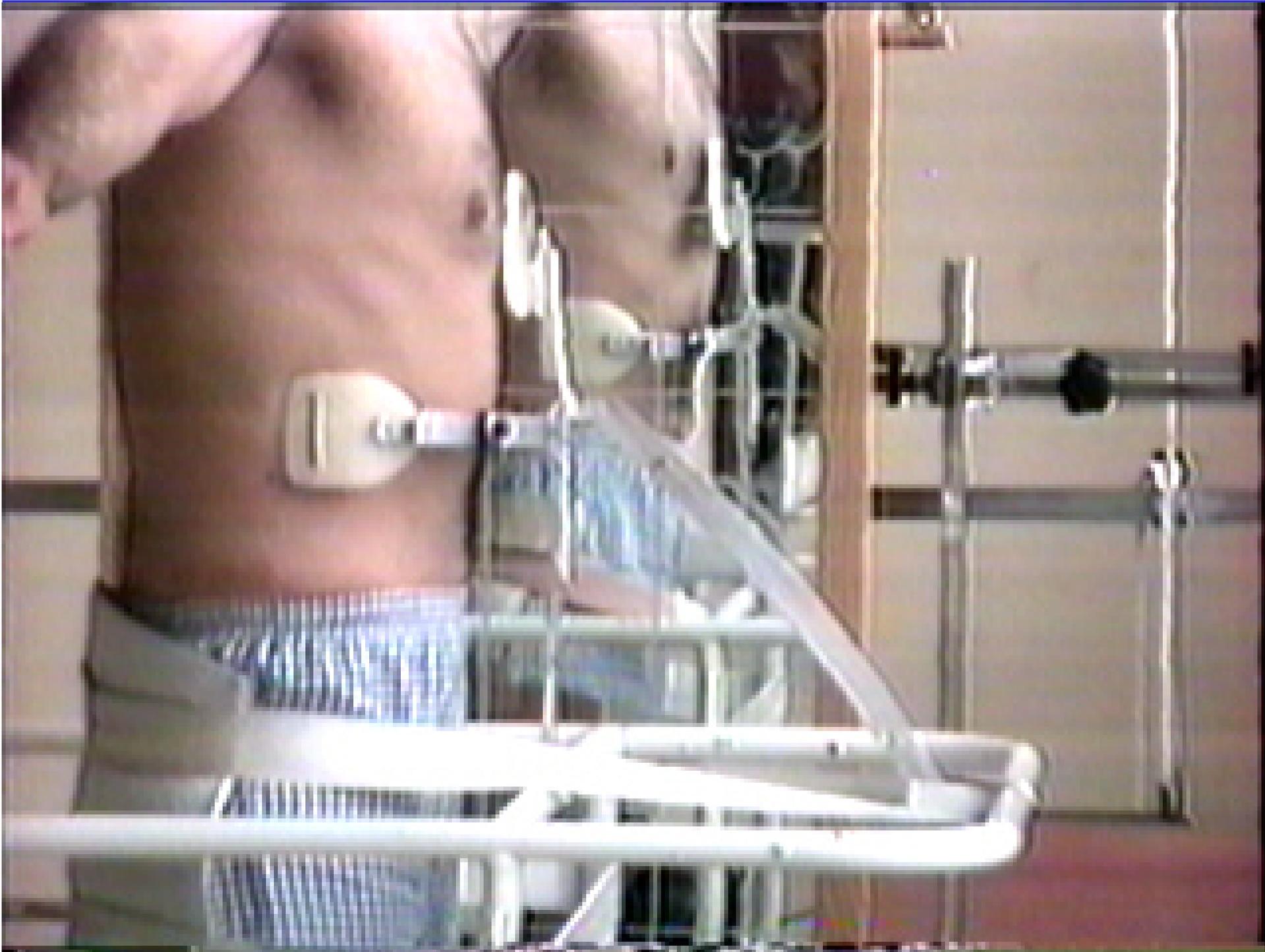
- **SUSPENSION PENDULAR**
- **SUSPENSION AXIL**
- **SUSPENSION EXCENTRICA**

TUTORES ORTESICOS, SOPORTES, Y AYUDA EXTERNA

- **PARAPODIUM CON SOPORTE TORAXICO**
- **TROLLER CON SUSPENSOR**
- **ORTESIS ESTABILIZADORA DE MIsIs**
- **ORTESIS PELVIPEDICA
AUTOBLOQUEABLE**
- **ORTESIS TORACOPELVICA REGULABLE**

PARAPODIUM

- PROPORCIONA SEGURIDAD
- PREVIENE ACCIDENTES
- FACILITA EL APRENDIZAJE
- POSTURA Y EQUILIBRIO



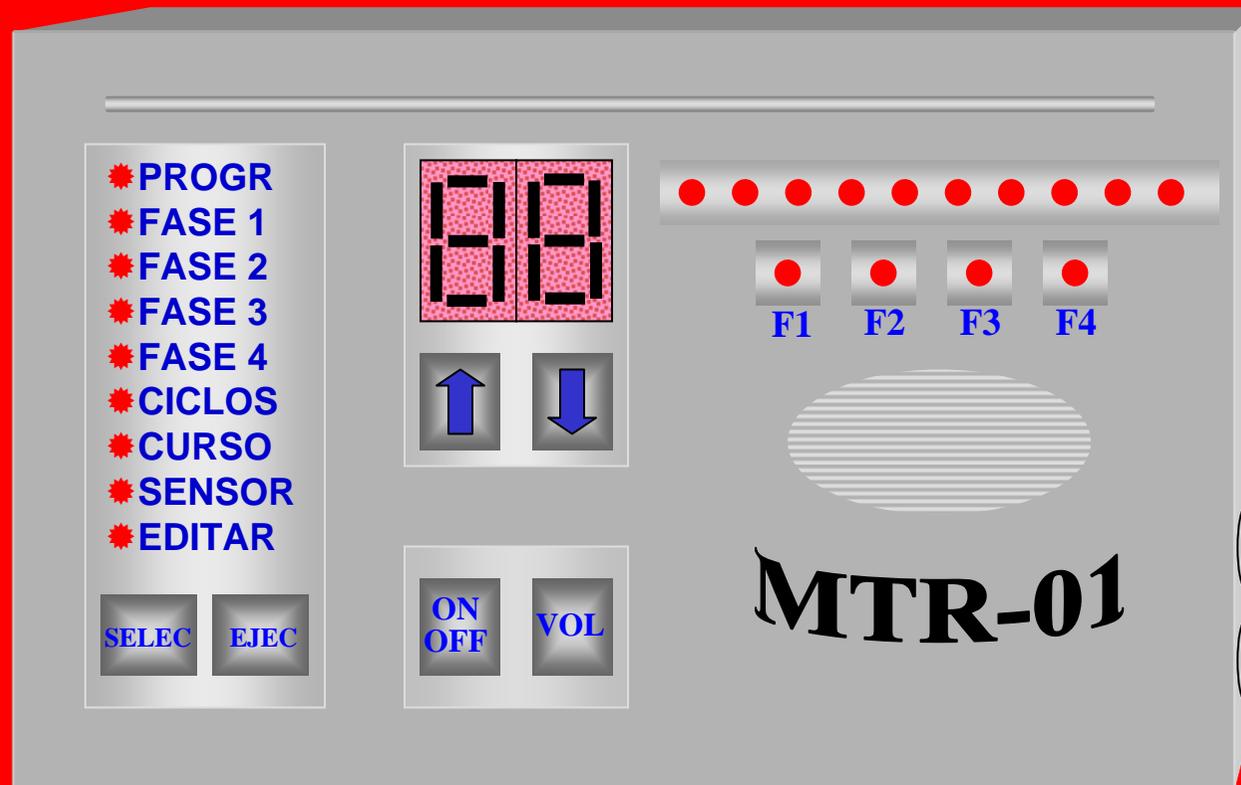


TECNICAS Y METODOS DE **VALORACION**

- **ESTUDIOS ELECTROFISIOLOGICOS**
- **EXAMEN Y VALORACION BIOMECANICA**
- **EJECUCION DE ENSAYOS CLINICOS**
- **INVESTIGACIONES CLINICAS
NEUROLOGICAS**
- **INVESTIGACIONES DE TECNICAS
ASOCIADAS**

PROYECTOS EN DESARROLLO Y PERSPECTIVAS

MULTITEMPORIZADOR PROGRAMABLE



EQUIPO MULTITEMPORIZADOR **PROGRAMABLE**

- **SUBSISTEMA DE SEÑALES VISUALES**
- **SUBSISTEMA DE SEÑALES ACÚSTICAS**
- **ACCESORIO REMOTO DE SEÑALES VISUALES Y ACÚSTICAS**

**REALIDAD VIRTUAL &
BIORRETROALIMENTACION
EN LA REHABILITACION DE
PERSONAS CON LESION
DEL S.N.C.**

MODULOS EN EJECUCION

**SUBSISTEMA DE ADQUISICION
DE SEÑALES BIOELECTRICAS**

SUBSISTEMA DE VISUALIZACION

SUBSISTEMA ACUSTICO

ENSAYOS CLINICOS

OBJETIVO FOCAL DE PROYECTOS

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA
DE BIORRETROALIMENTACION
A PARTIR DEL
REGISTRO ELECTROFISIOLÓGICO.**

**INSTRUMENTACION ASOCIADA DE LA
REALIDAD VIRTUAL**

Y LA ESTIMULACION ELECTRICA FUNCIONAL

PROPOSITOS (I)

- **OPTIMIZAR LA ATENCION MEDICA ESPECIALIZADA DE PERSONAS DISCAPACITADAS, REEDUCANDO LAS ALTERACIONES DE LAS FUNCIONES SENSITIVAS, MOTORAS Y MENTALES POR MEDIO DE LAS TECNICAS DE E.E.F., LA BIORRETROALIMENTACION Y LA REALIDAD VIRTUAL.**

PROPOSITOS (II)

**- DESARROLLAR UN SISTEMA DE
MENSURACION TEMPORAL PARA
EL CONTROL Y ENTRENAMIENTO
DE FUNCIONES
PSICOFISIOLOGICAS
EN LOS PROGRAMAS DE
REHABILITACION MEDICA
ASOCIADOS CON LA E.E.F.**

PROPOSITOS (III)

**DESARROLLAR INTERFACES
FISICO - MENTAL FACILITADORAS
EN EL PROCESO DE REEDUCACION
DE LAS FUNCIONES SENSITIVO-
MOTORAS**

PROPOSITOS (IV)

- **PROFUNDIZAR EN LOS CONOCIMIENTOS SOBRE LA RESPUESTA DE REACCION Y ADAPTACION DEL ORGANISMO EN LA TERAPIA CON TECNICAS DE E.E.F. Y LA BIORRETROALIMENTACION ASOCIADA A LA REALIDAD VIRTUAL.**

PROPOSITOS (V)

- **CAPACITACION TRANSDISCIPLINARIA DE PROFESIONALES EN ESTA ESFERA DE LA INVESTIGACION, EN COORDINACION CON EL AREA DE DOCENCIA.**
- **GANAR EXPERIENCIA EN EL PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOELECTRICAS**

