

TÍTULO: Proyecto Eléctrico de la Cosechadora KORTEP-3500.

TITLE: Electrical Design for the KORTEP-3500 Combine-Harvester.

AUTORES:

Ing. Gustavo Echeverri Angulo.

PAÍS: Cuba

RESUMEN:

Se desea que la Cosechadora cuente con un Proyecto Eléctrico lo mas completo posible; lo cual es imprescindible para avalar el sistema eléctrico y de instrumentación instalado en la máquina y así poder homologar dicho diseño con las normas ISO; las que corresponden a la IEC. (Comisión Electrotécnica Internacional). La documentación técnica comprende una memoria descriptiva; una lista de los componentes eléctricos y sus características técnicas; así como los planos eléctricos con la simbología adecuada; para que el usuario pueda mantener y reparar la máquina sin dificultad. Todo el contenido del trabajo puede generalizarse para otros modelos y tipos similares de cosechadoras agrícolas en nuestro país.

PALABRAS CLAVES: COSECHADORA, PROYECTO ELÉCTRICO, NORMAS ISO, COMPONENTES ELÉCTRICOS, PLANOS ELÉCTRICOS.

ABSTRACT:

With this piece of work we aim for the combine-harvester to have an electrical design the most complete possible; this is indispensable to endorse the electrical and instrumentation system installed in the machine and thus homologate the design with ISO Standards which correspond to the IEC (International Electro-technical Commission). The technical documentation comprises a descriptive memory, a list of the electrical components and their technical features, as well as the electrical diagrams with the appropriate code system, so that the user can maintain and repair the machine without difficulty. The whole contents of the work can be generalized for other models and similar types of combine-harvesters in our country.

KEY WORDS: COMBINE-HARVESTER, ELECTRICAL DESIGN, ISO STANDARDS, ELECTRICAL COMPONENTS, ELECTRICAL DIAGRAMS.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo surge de la necesidad de que la instalación eléctrica de las cosechadoras de caña cuente con un Proyecto Eléctrico lo mas completo posible; ya que anteriormente a la realización del presente trabajo no se cumplimentaba ninguna norma técnica para ejecutar la instalación eléctrica de las máquinas; lo que ocasionaba muchos problemas durante la ejecución del

trabajo; teniendo que rehacer varias veces las mismas instalaciones; ya que se realizaban basadas sólo en la experiencia de los electricistas automotores.

Esto conllevaba en primer lugar a enormes gastos de materiales y tiempo. También traía como consecuencia que una vez en el campo las máquinas fallaban debido a instalaciones eléctricas incorrectas e inseguras; con las consiguientes pérdidas económicas; pudiendo citar como uno de los tantos ejemplos que la instalación antes de la existencia del proyecto se ejecutaba incorrectamente; mediante la utilización de cinta aislante adhesiva (tape plástico) y una espiral protectora de PVC como sistema de protección para los cables eléctricos (esta espiral está diseñada para proteger las mangueras hidráulicas y no para cables eléctricos). En las condiciones ambientales que funciona la máquina este tipo de sistema de protección es inseguro pues se deteriora rápidamente porque no resiste dichas condiciones; además que el mazo de cables tendido así también es inaceptable de acuerdo con las normas técnicas de las instalaciones eléctricas expuestas. De esa manera anteriormente se utilizaban 20 rollos de tape en cada equipo; y según el proyecto actualmente se utilizan sólo 5 rollos por cada máquina; o sea que se usaban 15 rollos innecesariamente.

En el trabajo se explica detalladamente el *Know-How* necesario para ejecutar la instalación eléctrica diseñada de acuerdo con todas las normas técnicas requeridas.

MATERIALES Y METODOS.

Para la realización del trabajo se utilizó como base el esquema funcional siguiente; suministrado por los compañeros diseñadores mecánicos e hidráulicos:

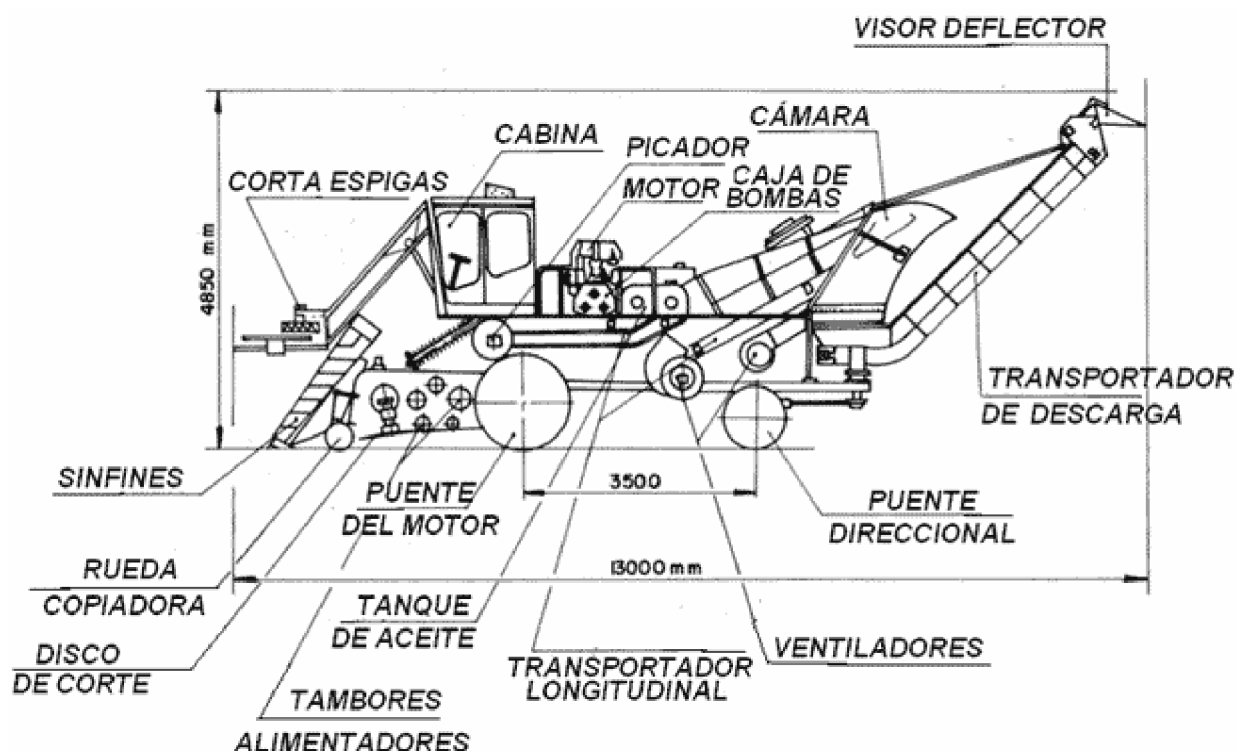


Figura 1

La máquina cuenta con un motor diesel de potencia 280 HP (206 kW); y velocidad de 2 100 RPM; el cual alimenta los accionamientos hidráulicos, a través de un bloque de bombas; y el esquema del sistema hidráulico que es la parte más compleja de la máquina fue suministrado también por el especialista hidráulico de la fábrica.

La Lista de Componentes se elabora a partir de los suministros de otras máquinas cosechadoras fabricadas para la exportación; tales como los modelos 3000S y 4000. La Lista es la siguiente:

No.	Designación
1	Cable automotor de cobre flexible aislado con PVC de los calibres y colores siguientes:
1.1	De 1.50 mm ² Blanco
1.2	Idem al anterior Amarillo
1.3	Idem al anterior Rojo
1.4	Idem al anterior Azul
1.5	Idem al anterior Verde
1.6	Idem al anterior Carmelita
1.7	Idem al anterior Negro
1.8	De 2.50 mm ² Blanco
1.9	Idem al anterior Rojo
1.10	De 10 mm ²
2	Cable de batería de cobre extra flexible, aislado con PVC. Calibre 95 mm ²
3	Terminal de cobre para batería; de calibre 95 mm ²
4	Terminal de cobre para cable de 95 mm ²
5	Cinta adhesiva plástica de 25 metros; aislante eléctrica
6	Relé de Flash 24 V DC
7	Relés 24 Volts -20A Simple; (Un contacto normalmente abierto)
8	Base soporte para relé 24 V-20A
9	Caja porta fusibles de 4 unidades con fusibles de 8 amperes
10	Caja portafusible de 4 unidades con 2 fusibles de 8 amperes y 2 de 16A
11	Terminal hembra Faston
12	Terminal macho Faston
13	Terminal Faston de 8 mm.
14	Protectores terminales Faston hembra
15	Protectores terminales Faston macho
16	Bloques de unión 4 tomas macho
17	Bloques de unión 4 tomas hembra
18	Bloques de unión 8 tomas hembra
19	Bloques de unión 8 tomas macho
20	Protector para bloque de unión de 4 tomas
21	Protector para bloque de unión de 8 tomas
22	Bocina sonido estridente 24 Volts
23	Avisador lumínico blanco (posición) y rojo (intermitente); lado derecho; con lámparas de 21 y 5 Watts; 24 Volts.
24	Avisador lumínico blanco (posición) y rojo (intermitente); lado izquierdo; con lámparas de 21 y 5 Watts; 24 Volts.
25	Avisador luminoso redondo rojo con lámpara de 5 Watts y 24 Volts
26	Piloto luminoso de alimentación directa Ø22 con lámpara de 24 Volts 2,6 Watts Tipo BA 95 incorporada con lente rojo
27	Pulsador rasante negro de contacto normal abierto.
28	Faroles de trabajo; con lámpara halógena de 70 Watts.
29	Interruptor simple polo - simple tiro. 20 A / 24 V
30	Interruptor simple polo - doble tiro. 20 A / 24 V
31	Interruptor de luces con fusible incorporado.
32	Batería de acumuladores de plomo ácido de 12 volts 180 A-h
33	Regleta de conexiones para 6 servicios, 10 amperes- 24 V DC en caja protectora IP54
34	Tornillos M5 x 20 DIN 933 de cabeza
35	Tuerca M5 hexagonal
36	Arandela plana 5,2 mm
37	Presillas metálicas con protector de goma
38	Interruptor maestro de batería
39	Portalámparas de señales con lente rojo y lámpara 24V-3W
40	Tubo de goma flexible de Ø 20 x 4 mm
41	Espaguete de goma Ø 5 mm
42	Espaguete de goma Ø 6 mm
43	Espaguete de goma Ø 8 mm
44	Espaguete de goma Ø 10 mm
45	Aleación de estaño en alambre para soldar con fundente
46	Convertidor de 24 para 12 Volts de 20 A con varios puntos de salida
47	Flejes de plástico para haces de cables.
48	Flejes de plástico para haces de cables.
49	Lámpara giratoria de 12 volts con lámpara halógena de 70 Watts (Faro rotante).
50	Nivel eléctrico (doble contacto)
51	Tubo de goma flexible de 16 x 20mm
52	Armario metálico con puerta de 360 x 300 x 80 mm. Protección IP54.
53	Conectores eléctricos para electroválvulas. IP 54
54	Tubo de protección IP54 para cables eléctricos; de Ø: 3/8"
55	Derivación tipo Y para tubería protección IP54 con bocina para acople de 3/8"
56	Chapa de Acero de 1,5 mm.
57	Electroválvula 24 VDC 100%; 1,90 A. (Montada en bloque cuádruple).
58	Electroválvula; de 14 Watts, 24 VDC. (Montada en bloque doble)
59	Electroválvula; 24 VDC. (Montada en bomba del motor).
60	Presostato 48 VDC- 1A. (Montado en bloque cuádruple).
61	Señalizadores extensibles de PVC para cables de Ø: 2 – 5 mm; numerados del 0 al 9.

Lista de Componentes

Se realiza la acometida de alimentación del control hacia el motor de arranque, alternador, relés y sensores indicadores del buen funcionamiento del motor diesel. El equipo de aire acondicionado es suministrado por separado y su instalación es realizada por el personal técnico de refrigeración; dicho equipo es energizado al mismo tiempo de la conexión del interruptor maestro de la Batería de Acumuladores que energiza a toda la máquina.

Además de la protección eléctrica por fusibles; existe una protección a través de un dispositivo de control electromagnético que opera cuando es muy bajo el nivel de aceite en el tanque del sistema hidráulico, desconectando el motor diesel automáticamente,

Para la instalación de los cables expuestos directamente a las condiciones ambientales o posible deterioro físico; se protegen los cables mediante tubos flexibles de PVC con sendas derivaciones en T, Y, etc. Los tubos se sujetan con grapas distribuidas a una separación de 75 cm; y se utiliza tubería metálica rígida y/o flexible en los casos expuestos a severos daños físicos. El aislamiento de los cables no sólo se desgasta sino que también se destruye bajo el efecto de los derivados del petróleo (gasolina, aceite, combustible para motores diesel). En la cosechadora al igual que en los demás vehículos automotores se emplea un sistema monofilar en donde las piezas metálicas del equipo se utilizan en calidad de segundo hilo conductor de la corriente eléctrica; y por eso al aislamiento de los cables se le exigen muy elevados requisitos a pesar de que la tensión nominal en las instalaciones eléctricas es baja y no excede de 24 Volts. Los cables de montaje deben ser flexibles y con este fin el conductor del cable no se hace de un solo alambre sino de finos hilos de cobre estañados y retorcidos formando un solo haz. Para la comodidad del montaje; los cables se agrupan en varios haces revestidos y para distinguir los diferentes conductores que forman el haz cada individual tiene su propio color.

El empalme de dos conductores simples flexibles se lleva a cabo del modo siguiente:

1. A una distancia de 30 a 40 mm del extremo del cable se quita el aislamiento cuidadosamente para no dañar los hilos finos que forman el alma del conductor.
2. Se limpia el extremo de los conductores.
3. Se empalman o retuercen los conductores.
4. El lugar retorcido se moja en una solución de colofonia o pasta para soldar con aleación de estaño.
5. Con el soldador caliente se retira el exceso de la solución o pasta; se calienta el lugar a soldar suficiente para que penetre el estaño; pero no sobrecalentar los conductores porque se puede destruir el aislamiento.
6. Una vez enfriado el lugar de la soldadura; se cubre con cinta aislante.

Para empalmar el terminal con el cable; en este se pone previamente un tubo aislante (espagueti) de 30 a 40 mm de largo. Del extremo del cable se quita el aislamiento a una distancia de 5 a 10 mm. El alma del conductor se limpia y los

hilos se estañan. Luego el alma se suelda con estaño al terminal. Al soldar los cables a los terminales; el estañado se puede realizar introduciendo los extremos de un haz completo de cables en el recipiente que contiene la aleación de estaño a la temperatura del estado líquido (correspondiente al punto eutéctico); para lograr una mayor productividad y eficacia en el proceso de soldadura. Los extremos deben de limpiarse previamente con una solución ácida o de lo contrario precalentarlos y sumergirlos en la pasta de soldar; con el objetivo de limpiar toda la superficie a soldar. No obstante si se utiliza la herramienta especial para conectar los terminales tipo Faston; sólo es necesario estañar los conductores alimentadores.

RESULTADOS DEL TRABAJO

Para realizar el Proyecto se consultó la bibliografía relacionada con la especialidad de las instalaciones automotrices de las máquinas combinadas agrícolas; y fue necesario no solamente estudiar y conocer la parte eléctrica que es sin dudas la fundamental; sino que debido a la estrecha relación que existe entre la misma; y las partes mecánicas y hidráulicas en los equipos automotores; se requirió estudiar y conocer también estas últimas. Se prestó especial atención a las normas técnicas requeridas para el diseño del equipamiento eléctrico automotor de fuerza, control y alumbrado; así como al accionamiento electro-hidráulico vital para realizar las operaciones de la combinada. Y también se tuvieron en cuenta las reglas de seguridad eléctrica para el correcto funcionamiento de todos los componentes del equipo.

La documentación técnica se elaboró de acuerdo con las normativas internacionales; comenzando por una descripción del funcionamiento (know-how) de todo el sistema eléctrico del equipo; siguiendo con la descripción de las características técnicas de los elementos componentes; y terminando con los esquemas de los circuitos; de montaje; y de operación; suministrando la simbología correspondiente y la explicación del trabajo específico realizado por cada uno de los componentes del sistema eléctrico.

Se elaboró el siguiente Diagrama en Bloques del Sistema Eléctrico del equipo con el objetivo de facilitar el diseño de los circuitos requeridos.

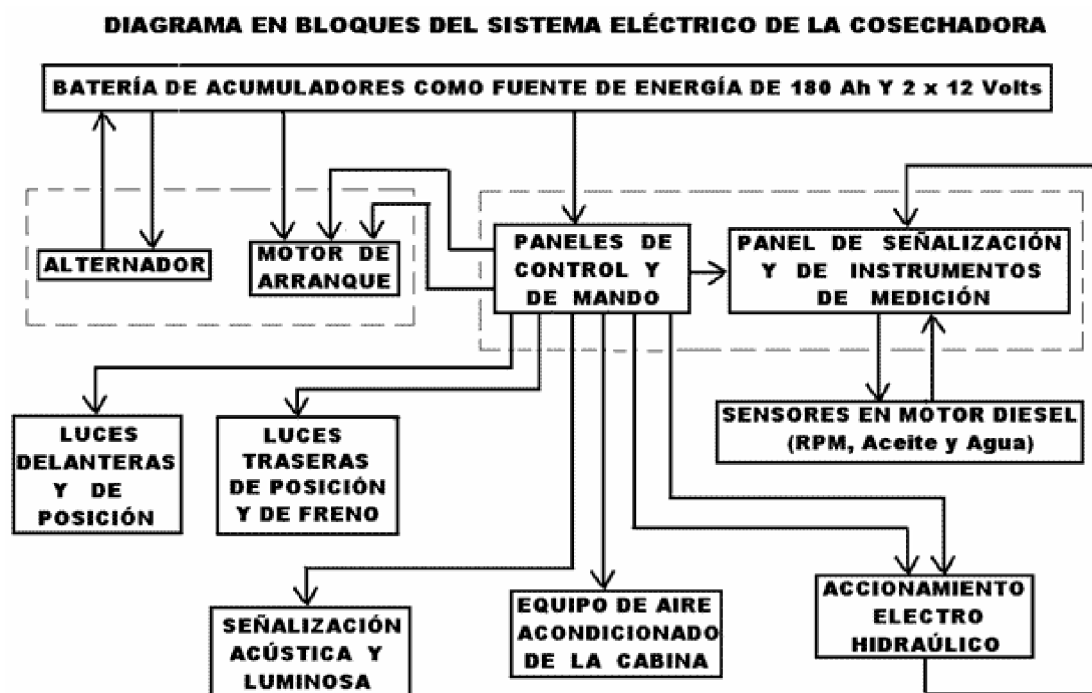


Figura 2

Y estudiando los sistemas cinemático e hidráulico de la máquina cosechadora se confeccionaron los planos del sistema eléctrico de manera que respondiera fielmente a los requerimientos suministrados por los diseñadores mecánicos e hidráulicos.

A continuación damos un ejemplo del sistema del accionamiento electro hidráulico del equipo; que constituye el sistema más importante del mismo.

1. Memoria Descriptiva de la elaboración teórica y práctica del diseño general e hidráulico.

El sistema de alimentación eléctrica proyectado está compuesto por un Banco de Baterías de Acumuladores de Plomo-ácido de tensión $2 \times 12 \text{ Volts} = 24 \text{ Volts}$; y Capacidad de 180 Ampere-horas; además del alternador correspondiente acoplado al motor, con su sistema de regulación y control.

Este sistema eléctrico monopolar alimenta al motor de arranque del motor Diesel, a las electroválvulas, al equipo de aire acondicionado y al sistema de alumbrado compuesto por luces de trabajo y de posición; así como alimenta al sistema de señalización luminosa-sonora. El polo negativo está unido con la masa mediante el interruptor correspondiente.

El sistema de accionamiento electro-hidráulico cuenta con un total de 9 electroválvulas; de ellas hay 4 en 2 bloques dobles; 4 sencillas ubicadas en un bloque cuádruple y una sencilla en la bomba del motor; las cuales realizan las funciones determinadas por el diseño hidráulico del equipo; y las mismas son descritas en el siguiente aspecto. Y teniendo en cuenta que es una máquina combinada controlada eléctricamente; se establecen ciertas regulaciones de seguridad técnica; que abarcan también las posibles afectaciones eléctricas

producidas por factores de riesgo exteriores. Estas regulaciones deben ser cumplidas estrictamente durante el funcionamiento de la máquina:

1. Todas las líneas de conductores eléctricos deben ser cuidadosamente inspeccionadas en intervalos regulares para detectar daños.
2. El aislamiento dañado por abrasión u otra acción similar debe ser reparado inmediatamente y las líneas dañadas deben ser reemplazadas.
3. Ninguna pieza metálica puede colocarse sobre las baterías.
4. Las presillas y tornillos de los terminales que se hayan aflojado en las baterías; y en otras conexiones deben ser apretados inmediatamente.
5. Los terminales de las baterías deben de estar revestidos con una capa de grasa especial para baterías.
6. Los fusibles remendados no pueden utilizarse en la caja de fusibles.
7. El parqueo y reparación debajo de las líneas de transmisión de alta tensión no está permitido.
8. Durante la operación, la combinada no debe de trasladarse paralelamente a las líneas de transmisión de alta tensión; sino siguiendo ángulos rectos con respecto a las mismas.

2. Lista de Componentes con las características técnicas de cada uno de los componentes del sistema hidráulico.

No.	Simbología	Designación técnica de los componentes
1	EV-1	Electroválvula para cuchillas laterales izquierdas
2	EV-2	Electroválvula para cuchillas laterales derechas
3	EV-3	Electroválvula para corta-espigas de giro izquierdo
4	EV-4	Electroválvula para corta-espigas de giro derecho
5	EV-5	Electroválvula para disco alimentador de corta-espiga
6	EV-6	Electroválvula para los sinfines
7	EV-7	Electroválvula para tercer transportador de descarga 08
8	EV-8	Electroválvula para primer y segundo transportadores de descarga
9	EV-9	Electroválvula para la bomba del motor
10	F1...F4	Fusibles (8 Amperes; 24 Volts)
11	RA-1	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-1
12	RA-2	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-2
13	RA-3	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-3
14	RA-4	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-4
15	RA-5	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-5
16	RA-6	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-6 y la EV-9
17	RA-7	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-7
18	RA-8	Relé auxiliar para el accionamiento de la EV-8
19	I1	Interruptor simple-polo doble-tiro para accionamiento de RA-1 o RA-2
20	I2	Interruptor simple-polo doble-tiro para accionamiento de RA-3 o RA-4
21	I3	Interruptor simple-polo simple-tiro para accionamiento de RA-5
22	I4	Interruptor simple-polo simple-tiro para accionamiento de RA-6
23	I5	Interruptor simple-polo simple-tiro para accionamiento de RA-7
24	I6	Interruptor simple-polo simple-tiro para accionamiento de RA-8

Lista 2

3. Planos y Esquemas

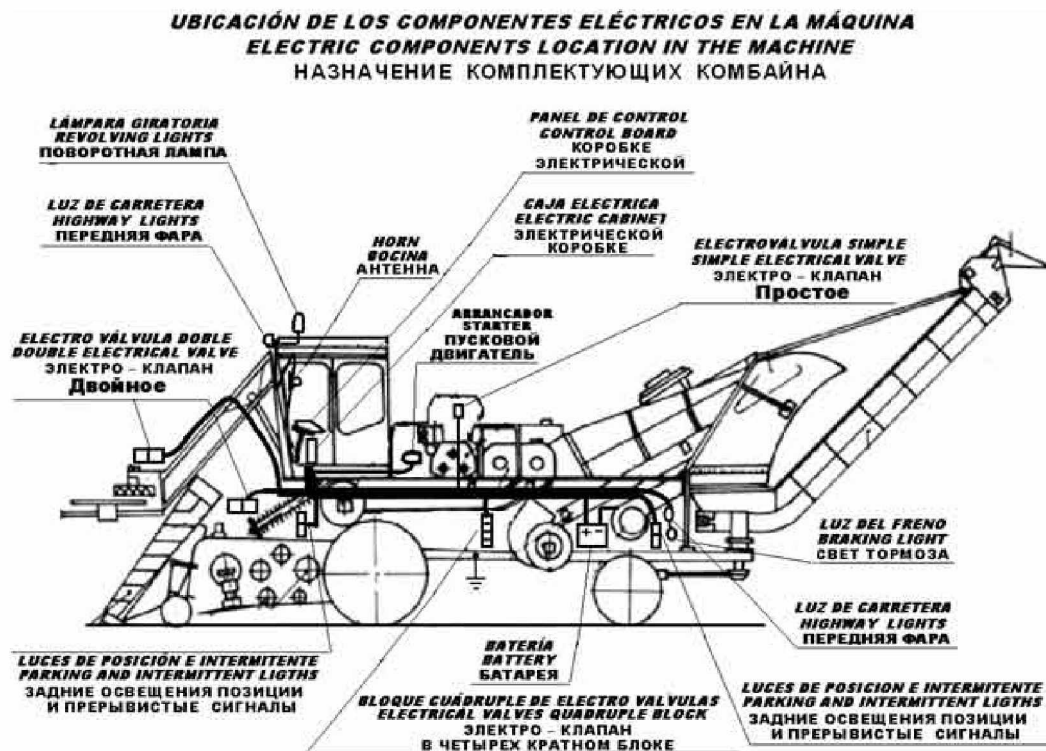


Figura 3. Esquema General de la ubicación de los componentes en la máquina

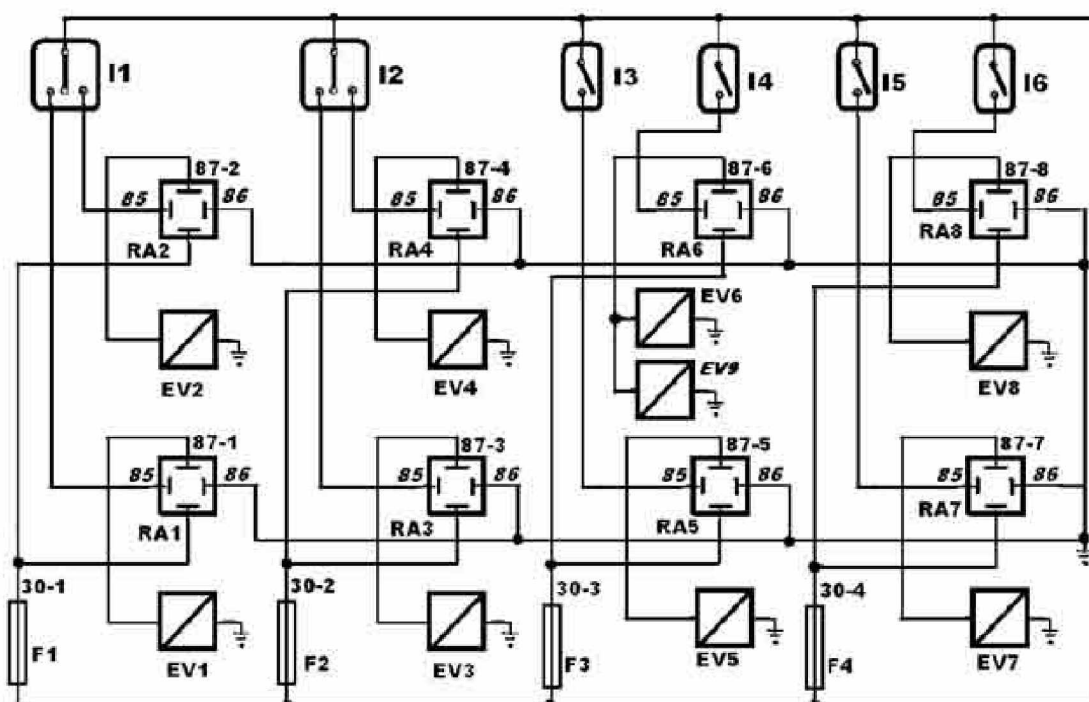


Figura 4. Esquema del principio de funcionamiento del sistema electro hidráulico

CONCLUSIONES

1. El trabajo tiene un impacto considerable en el desarrollo e innovación tecnológica que es imprescindible para que nuestras máquinas cosechadoras eleven su calidad competitiva y puedan insertarse con éxito en el mercado extranjero; con la confiabilidad y seguridad requerida a nivel internacional. Eleva el nivel de confiabilidad del diseño del sistema eléctrico; para que cumpla con las normas ISO correspondientes a la IEC. (Comisión Electrotécnica Internacional).
2. El trabajo optimiza costosas inversiones; no sólo por su menor costo de fabricación y de puesta en marcha; sino por que disminuye el coste de mantenimiento y explotación del sistema eléctrico de gran complejidad que tiene la máquina. Logra un considerable ahorro y uso racional de los recursos materiales y humanos que son necesarios para realizar la instalación eléctrica del equipo.
3. Se fabricaron tres máquinas cosechadoras de sorgo para Rusia; siguiendo estrictamente todos los aspectos expuestos en la documentación técnica presentada en el trabajo; comprobándose el sistema eléctrico ejecutado; funcionando este correctamente en las pruebas de explotación realizadas recientemente en el campo de ese país.
4. Permite suministrar la correspondiente documentación técnica de la máquina al comprador; requerida y exigida para los fabricantes de equipamiento industrial; de acuerdo con las normas internacionales; en idiomas español, inglés y ruso.

RECOMENDACIONES

Recomendamos la aplicación de este trabajo en todas las cosechadoras agrícolas que se diseñan y construyen en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Diccionario Técnico: ciencias básicas de la técnica: español-Inglés-alemán-francés-ruso. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1976. 237 p.
2. Feiffer, Peter. The Combine-Harvester: technical Fundamentals. Leipzig: Edition Leipzig, 1972. 232 p
3. Fernández González, Eddy. Maquinaria Agrícola. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1981. 480 p
4. Manual de Servicio del Motor Detroit. [s.l.: s.n.], 1978. 44 h
5. Matos Rodríguez, Pedro. Energía eléctrica aplicada a las Máquinas Agrícolas. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1983. 224 p
6. Mazháev, V.N. Equipo Eléctrico de los tractores, automóviles y cosechadoras. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1981. 290 p
7. Norma IEC 61082-1:1991: preparación de documentos utilizados en electrotecnología: t.1: requisitos generales.

8. Norma IEC 61082-1:1995. Preparación de documentos utilizados en electro tecnología: t. 3: esquemas, tablas y listas de conexiones.
9. Norma IEC 61082-1:1996. Preparación de documentos utilizados en electro tecnología t. 4: Documentos de implantación e instalación.
10. Norma ISO-5702. International Standard. Equipment for harvesting – Combine harvester component parts – Equivalent terms. First edition. 1983-02-01.

DATOS DE LOS AUTORES

Nombre:

Ing. Gustavo Echeverri Angulo.

Centro de trabajo:

Empresa de Cosechadoras 60. Aniversario de la Revolución de Octubre (KTP). Carretera San Germán km 3 ½, Holguín 80100. Teléfono 46 1402