7. PROYECTOS ESPECIFICOS

En este capítulo se describen 3 proyectos específicos, que abarcan una amplia variedad de uso, ubicación geográfica, capacidad y tipos de sistemas. Cada ejemplo se basa en una instalación real, pero algunos detalles han sido alterados para ilustrar mejor el diseño. El equipo descrito es típico para los usos indicados. Los costos típicos de los productos disponibles en los Estados Unidos en 1995. No se han especificado número de modelos porque la disponibilidad de estos equipos y de costos varia de país a país.

Los tres proyectos específicos se resumen en la tabla siguiente:

PROYECTO		UBICACICON	CAPACIDAD MÁXIMA DEL SISTEMA (W)	CAPACIDAD Y TIPO DE ALMACENAJE (AH)	SISTEMA DE CONTROL
Estación repetidora de radio (c c.)		Santiago, Chile	486	Baterías (2,790)	Controlador
Uso residencial (c.a./c.c.)		Corrientes, Argentina	668	Baterías (700)	Controlador e inversor
Bomba sumergible (c.a.)		Islas del Cabo Verde	1,765	Agua	Inversor incluido

Se incluye un análisis de costo para cada ejemplo. Los precios indicados a continuación son aproximadamente los que pagaría una persona que instalara un sistema fotovoltaico en los Estados Unidos en 1995.

- Módulos fotovoltaicos cristalinos — US $ 6.50 por watt
- Baterías de plomo-ácido de ciclo profundo — US $ 2.00 por ampere-hora
- Controladores de estado sólido — US $ 6.00 por ampere
- Inversores — US $ 0.75 por watt
- Resto del sistema — Depende del sistema
- Instalación — Depende del sitio

La análisis del costo del ciclo de vida útil (CCVU) se efectuaron usando la metodología descrita en la sección "Economía: Costo del Ciclo de Vida Util". El período y las tasas utilizadas se muestran en la tabla siguiente:

Período del ciclo de vida útil	20 años
Tasa de inversión	7 %
Tasa de descuento neto	3 %
Tasa de inflación general	4 %
Tasa de inflación de combustible	5 %
Tasa de inflación diferencial de combustible	2 %

El costo de instalación se ha estimado en US $ 250 por día por persona y no incluye viajes, excepto donde se indique. Las cargas no se incluyen como un costo capital excepto donde se indique.

Todos los costos de operación y mantenimiento se han calculado como un costo anual periódico. Los costos de reemplazo se han estimado para el arreglo fotovoltaico, la batería y los componentes del resto del sistema por el período del ciclo de vida útil. El reemplazo de la carga no se considera como parte del costo del ciclo de vida útil del sistema generador. El valor de recuperación se ha estimado en 20% del costo original del equipo (excluyendo la instalación). No se usa un ajuste de inflación en la tasa de descuento cuando se calcula el valor de recuperación.

El costo de instalación por watt de potencia máxima se calcula dividiendo el costo inicial de todos los equipos y de instalación por la potencia máxima generada por el sistema. La potencia de cresta generada es igual al número de módulos multiplicado por la potencia máxima de cada módulo que especifique el fabricante, aunque puede ser que el arreglo no funcione en el punto de potencia máxima.

Se le advierte al lector que no use estos valores de costo para comparar los diferentes sistemas o para considerar el uso de componentes menos costosos. Hay muchos factores en un sitio específico que influyen en el costo de un sistema instalado. Muchas veces estos factores compensan la diferencia de costo que existe entre modelos diferentes. Sin embargo, los costos de los sistemas descritos son típicos de un tipo genérico de aplicación y se pueden usar para hacer comparaciones con otras opciones de energía, tales como generadores o baterías primarias. Para los lectores de países aparte de los Estados Unidos, los costos relativos pueden ser útiles para determinar los factores que controlan el costo del ciclo de vida útil del sistema descrito como ejemplo.

7.1 COMUNICACIONES

7.1.1 REPETIDORA DE MICROONDAS

En la mayoría de las aplicaciones de comunicaciones la confiabilidad del sistema generador de energía eléctrica es de sumo cuidado y la disponibilidad de energía debe alcanzar cerca del 100%. La mayoría de estos sistemas están en ubicaciones remotas, con acceso limitado y muchas veces tienen que soportar condiciones climatológicas extremas (viento, nieve, etc.) durante parte del año. Se usan a veces sistemas híbridos para reducir el costo inicial , particularmente si la demanda máxima de potencia es mucho mayor que la demanda media. Las baterías de ciclo profundo de plomo-ácido se usan generalmente para esta aplicación, pero también se pueden usar baterías de níquel-cadmio (NiCd). Las baterías NiCd son más costosas pero requieren poco mantenimiento y pueden resistir temperaturas muy frías. Todos los circuitos electrónicos especificados deben ser capaces de resistir temperaturas extremas. Las descargas atmosféricas son un problema común que deb ser tomado en cuenta en el diseño del sistema.

APLICACIONES:

- Radios transmisores / receptores
- Radiocomunicaciones
- Sistemas telefónicos
- Sistemas móviles de radio

CARGA ELCTRICA:

Los equipos de radio de UHF, VHF, AM y FM funcionarán típicamente con una tensión de 12 ó 24 V c.c. La corriente de carga varía de acuerdo con el modo de operación. Las cargas de transmisor. En el modo de recepción, las corrientes son típicamente de 2 a 10 A. Cuando el radio no se usa, pero está en posición de espera, las corrientes son típicas menores de2 A. Las cargas "standby" (espera) se pueden reducir bajando el volumen y utilizando el circuito "squelch" (silenciador). La carga cambiará rápidamente según cambie el modo de operación. Aun cuando la carga cambie rápidamente, su valor se puede calcular estimando el ciclo de trabajo o el tiempo medio que el equipo pasa todos los días en cada modo. Algunos equipos de radio tienen límites estrictos en las tensiones de operación. Algunos problemas han ocurrido cuando la tensión de la batería, bajo estado de carga completa, ha excedido esos límites. Se debe asegurar que la tensión de la fuente de alimentación y los requisitos de la carga sean similares. Las cargas adicionales pueden consistir en equipos de alarma, ventiladores, lámparas y pequeños aparatos eléctricos usados en el sitio de instalación.

ARREGLOS FOTOVOLTAICOS:

Generalmente, los módulos se instalan en torres sobre edificios de comunicaciones. La instalación directamente sobre el terreno se evita en las regiones donde nieva mucho. Coloque el arreglo de manera que la nieve se deslice fuera delos módulos. (Algunos conjuntos se instalan con ángulos mayores de inclinación que los indicadores en los cálculos del proyecto). Las principales consideraciones de diseño son las fuerzas creadas por el viento. La estructura de soporte debe ser diseñada para resistir la velocidad máxima del viento prevista (típicamente 200 km/h). Se recomienda usar una estructura fuerte y resistente a la corrosión, con herrajes de acero inoxidable. La acumulación de hielo y la fuerza del viento en los conductores del arreglo pueden causar esfuerzos físicos en los conectores. En el cableado del arreglo se deben utilizar cables de tipo pesado para uso en condiciones externas. Todas las conexiones se deben hacer en cajas

impermeables con conectores que alivien los esfuerzos físicos a que están sujetos los cables. Todo el cableado debe ser entrelazado y fijado a las estructuras de soporte. Se recomienda el uso de conductor para proteger los cables de salida del controlador y debe las baterías. El arreglo debe estar conectado a tierra para darle alguna protección contra las descargas eléctricas. Se recomienda el uso de dispositivos de control de sobretensiones para proteger los equipos electrónicos. Se deben usar interruptores y fusibles apropiados para c.c. El azimut del arreglo debe ser el norte-sur verdadero.

BATERIAS:

Las baterías repetidoras de radio alimentadas con energía fotovoltaica necesitan típicamente una capacidad de batería de 200 a 1,200 Ah y un sistema relevador de microondas, alimentado con energía fotovoltaica puede necesitar una capacidad de hasta 5,000 Ah o más. Se deben utilizar celdas de alta capacidad para mantener en un mínimo el número de baterías que deben ser conectadas en paralelo. Se recomienda el uso de baterías de plomo-ácido para servicio pesado. A veces se usan baterías de níquel-cadmio cuando las condiciones ambientales son extremas. Cuando se selecciona una batería, se debe considerar la dificultad que pueda tener el personal de mantenimiento para llegar hasta el sitio. Las baterías deben tener pocas pérdidas durante los períodos de "stand-by" (de espera), un bajo consumo de agua y requisitos mínimos de mantenimiento. Recuerde que la capacidad de las baterías debe ser ajustaba para tener en cuenta la operación a bajas temperaturas. Trate de proteger las baterías contra las temperaturas extremas. Las baterías de plomo-ácido que no sean herméticas deben ser instaladas con suficiente ventilación, ya que pueden producir gases explosivos y corrosivos durante la carga. Instale las baterías lejos de los equipos electrónicos. A medida que aumenta la corriente de corto circuito disponible del sistema de batería, cada grupo de batería en paralelo debe ser protegido con un fusible colocado en el borne de salida de la batería. Siga cuidadosamente las instrucciones de fábricas relacionadas con las instalación y mantenimiento de las baterías. A veces se instalan alarmas remotas para avisar a los operadores que las baterías necesitan servicio. El transporte y la dificultad de obtener el servicio del personal de mantenimiento en el sitio de la

instalación en un factor que se debe considerar cuando se establezcan los niveles de alarma.

CONTROL:

El sistema de control debe ser simple y redundante. Asegúrese que los controles sean capaces de funcionar en toda la gama de temperaturas previstas. Se recomienda el uso de controles que tengan compensación de temperatura en los lugares donde las baterías estén sujetas a grandes fluctuaciones de temperatura. Como las corrientes de carga pueden ser altas, muchas veces se utilizan controladores múltiples en paralelo en lugar de un solo controlador de alta corriente. En este caso, el arreglo se subdivide en subconjunto y cada uno se conecta a un controlador separado. Se recomienda incluir medición de tensión de la batería, la corriente de carga y la corriente tomada por la carga eléctrica. Los controles deben incluir protección contra daños inducidos por descarga eléctrica atmosférica. Comúnmente se conecta varistores de óxido de metal (MOV's) entre los terminales positivos y negativos del sistema y la tierra. En los sitios con mayor posibilidad de sufrir descargas atmosféricas podrá ser necesario usar una protección adicional, como tubos de descarga de gas.

PROYECTO ESPECIFICO No. 1

ESTACION REPETIDORA DE RADIO

Este sistema fotovoltaico de 350 W alimenta una estación repetidora de radio ubicada en las montañas al este de Santiago, Chile. El regulador de estado sólido es capaz de funcionar a las bajas temperaturas de este sitio. La capacidad de desconexión de baja tensión la provee un interruptor magnético separado de 30 A activado por un relevador que, a su vez, es activado por el sistema de desconexión de baja tensión provisto en el regulador. El sistema no se conectó a tierra. Se conectaron movistores entre la tierra y los conductores positivos y negativos. El sistema contiene baterías herméticas capaces de descarga de ciclo profundo. Aunque las baterías debieran requerir muy poco mantenimiento, se hicieron arreglos para que fueran inspeccionadas cuatro veces al año. Se usó una sustancia sellante en los bornes de las baterías para reducir la posible corrosión. La confiabilidad crítica de este sistema la proporciona la gran capacidad de almacenaje de sus baterías.

INFORMACIÓN CLAVE DEL PROYECTO

▪ APLICACIÓN:	Estación repetidora de radio de muy alta frecuencia (VHF)
▪ SITIO DEL PROYECTO	Al este de Santiago, Chile
▪ UBICACIÓN / ELEVACIÓN	34°S 70°O 2,200 m
▪ CONDICION AMBENTAL	Montañoso
▪ GAMA DE TEMPERATURAS	- 25 a 35°C
▪ MÁXIMA VELOCIDAD DEL VIENTO	50 m/s
▪ REQUISITOS DE DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA	Crítico
▪ DIAS DE ALMACENAJE	14
▪ PERFILES DE CARGA	Variables

INSTALACIÓN

El arreglo fotovoltaico fue montado sobre el techo del edificios que contiene los equipos de radio. Los conductores del arreglo fueron llevados a una caja de conexiones a prueba de la intemperie en la parte posterior de la estructura de soporte del arreglo. Todos los controladores o reguladores de carga, pararrayos, fusibles, interruptores e instrumentos de control de la carga van colocados dentro de una caja de control instalada dentro del edificio. Como el sistema fotovoltaico no está conectado a tierra, se han instalado fusibles e interruptores en ambos conductores. Se usaron conductores eléctricos para proteger el tendido desde la caja de conexiones del arreglo hasta la caja de control. Las baterías están colocadas en una caja sin tapa ubicada dentro del edificio. Los conductores dentro del edificio no están protegidos por conductos eléctricos. La protección contra rayos y sobretensiones transitorias es suministrada por varistores conectados entre los conductores y el electrodo que conecta a tierra la estructura de soporte.

HOJA DE CALCULO No. 1

CALCULO DE CARGAS DE APARATOS ELÉCTRICOS

(PARA CADA MES O ESTACION COMO SEA NECESARIO)

1 Descripción de la carga	2 CANT	3 Corriente de la carga (A)	4 Tensión de la carga (V)	5A Potencia de la carga de c.c. (W)	5B Potencia de la carga de c.a. (W)	6 Ciclo de servicio diario (H/DIA)	7 Ciclo de servicio semanal (DIAS/SEMANAS)	D Factor de rendimiento de conversión de potencia (DECIMAL)	9 Tensión nominal del sistema (V)	10 Carga emn amp-horas (AH/DIA)
Transmisión c.c.	1	X 21	X 12	= 252	N/A	X 6	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 126
Recepción c.c.	1	X 2	X 12	= 24	N/A	X 6	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 12
Reserva c.c.	1	X 0.42	X 12	= 5	N/A	X 12	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 5
c.c.		X	X		N/A	X	X	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
11 Potencia Total (W) de la carga			c.c. 11a		c.a. 11B		12 Carga total en amp-horas (AH/DIA)			143

13 Potencia total de la carga de c.c. 11A (W)	14 Potencia total de la carga de c.a. 11B (W)	15 Tensión nominal del sistema 9 (V)	16 Drenaje máximo de corriente (A)	17 Carga total en amp-horas (AH/DIA)	18 D Factor de rendimiento de conductores (DECIMAL)	19 D Factr de rendimiento de batería (DECIMAL)	20 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
252*	÷ 0	÷ 12	= 21	143	÷ 0.98	÷ 0.95	= 153.6

NOTA:
La mayor carga será en el modo de transmisión.
La unidad no puede estar en más de un modo de operación a la vez.

HOJA DE CALCULO No. 2

DETERMINACIÓN DE CORRIENTE Y ANGULO DE INCLINACIÓN DEL ARREGLO

21 Ubicación del sistema	Cerca de Santiago, Chile	Latitud	34° S	Longitud	70° S
Ubicación de la insolación	Santiago, Chile	Latitud	33 5° S	Longitud	70 7° S

NOTA:

	Inclinación a latitud - 15°				Inclinación a latitud				Inclinación a latitud - 15°		
MES	22A Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23A Sol máximo (H/DIA)	24A Corriente del proyecto (A)		22B Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23B Sol máximo (H/DIA)	24B Corriente del proyecto (A)		22C Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23C Sol máximo (H/DIA)	24C Corriente del proyecto (A)
E		+	=			+			153 6	+ 6 11	= 25 1
F		+	=			+			153 6	+ 6 66	= 23 1
M		+	=			+			153 6	+ 6 15	= 25 0
A		+	=			+				+	=
M		+	=			+				+	=
J		+	=			+				+	=
J		+	=			+				+	=
A		+	=			+				+	=
S		+	=			+				+	=
O		+	=			+				+	=
N		+	=			+			153.6	+ 5 48	= 28 0
D		+	=			+			153.6	+ 6 10	= 25 2

Elija de cada latitud la corriente máxima del proyecto y el sol máximo correspondiente e ingrese los valores abajo

Latitud -15°	
25A Sol máximo (H/DIA)	26A Corriente del proyecto (A)

Latitud	
25B Sol máximo (H/DIA)	26B Corriente del proyecto (A)

Latitud +15°	
25C Sol máximo (H/DIA)	26C Corriente del proyecto (A)
5.48	28.0

Ahora elija la corriente mínima del proyecto y el sol máximo correspondiente

	Latitud -15°	
	27 Sol máximo (H/DIA)	28 Corriente del proyecto (A)
Angulo de inclinación = 49 °	5.48	28.0

NOTA· NO MEZCLE LOS DATOS DE ESTE ARREGLO CON LOS DATOS DE ARREGLO FIJO EN LA MISMA HOJA

HOJA DE CALCULO No. 3

CALCULO DE CAPACIDAD DE LA BATERIA DEL SISTEMA

29 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA) 20	30 D Dias de almacena-miento (DIAS)	31 D Factor de profundidad máxima de descarga (DECIMAL)	32 D Factor de corrección de temperatura (DECIMAL)	33 Capacidad necesaria de la batería (AH)	34 Capacidad de la batería elegida (AH)	35 Baterías en paralelo
153.6	X 10	÷ 0.8	÷ 0.7	= 2,743	÷ 930	= 3

NOTA:

NOTA: CASILLA 35, EN CASO DE DISEÑO CRITICO DEL SISTEMA, REDONDEE

36 Tensión nominal del sistema (V) 9	37 Tensión nominal de la batería (V)	38 Baterías en serie	39 Baterías en paralelo 35	40 Total de baterías
12	÷ 6	= 2	X 3	= 6

INFORMACIÓN DE BATERIA	
Tipo/ descripción	Batería de electrólito liquido
Tensión (V)	6
Capacidad (AH)	930

41 Baterías en paralelo 35	42 Capacidad de la batería elegida (AH) 34	43 Capacidad de la batería elegida (AH)	44 Profundidad máxima de descarga (DECIMAL) 31	45 Capacidad útil de la batería (AH)
153.6	X 930	= 2,790	X 0.8	= 2,232

HOJA DE CALCULO No. 4

CALCULO DE CAPACIDAD DEL ARREGLO DEL SISTEMA

NOTA.

46 Corriente Del proyecto (A) 28	47 Factor de reducción del módulo (DECIMAL)	48 Corriente reducida del proyecto (A)	49 D Corriente del régimen del módulo (A)	50 Módulos en paralelo
28.0	÷ 0 9	= 31 1	÷ 3.0	= 10

	51 Tensión nominal de la batería 37	52 Baterías en series 38	53 Tensión necesaria para la carga de batería (V)	54 La más alta temperatura de la tensión de módulos (V)	55 Módulos en series	56 Módulos en paralelo 50	57 Total de módulo
1.20	X 6	X 2	= 14.4	÷ 14.4	= 1	X 10	= 10

NOTA: PARA EL CUADRO DE INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO USE LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICA

INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO			
Tipo/ descripción		Tensión nominal	12
		Espesor	
		Diodo	S (N)
Tensión (V)	CNP	Circuito abierto	A la más alta temperatura esperada
	162 2	21 3	14 4
Tensión (V)	CNP	Cortocircuito	
	3 0	3.2	

NOTAS
CASILLA 50 – REDONDEE AL VALOR DEL DISEÑO CRITICO
CASILLA 55 – REDONDEE EL VALOR O ELIJA OTRO MODULO
CON SUFICIENTE VOLTAJE PARA LA CARGA DE BATERIAS CUANDO EL SISTEMA FUNCIONA A LA MAS ALTA TEMPERATURA ESPERADA LAS CONDICIONES NORMALES DE PRUEBA (CNP) SON. 1,000/M² Y 25° C DE TEMPERATURA

58 Módulo en paralelo 50	59 Corriente de régimen de módulo (A)	60 Corriente de régimen del arreglo (A)
	X 3	= 30
	61 Corriente de corto-circuito del módulo (A)	60 Corriente de corto-circuito del arreglo (A)
	X 3.2	= 32

63 Módulo en serie 55	64 Tensión de régimen de módulo (V)	65 Tensión de régimen del arreglo (V)
	X 16.2	= 16.2
	56 Tensión de circuito abierto de módulo (V)	67 Tensión de circuito abierto del arreglo (V)
	X 21.3	= 21.3

HOJA DE CALCULO No. 5

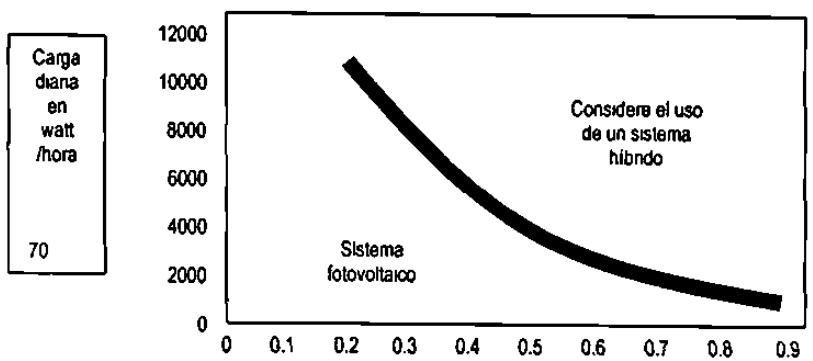
DETERMINACIÓN DEL PROYECTO DE SISTEMA HIBRIDO

68 Carga corregida en amp-horas (AH) 20	69 Tensión nom nal del sistema (V) 9	70 Carga en watt-horas (WH/DIA)	71 Factor de conversión	72 Carga anual en kilowatt-horas (KWH/AÑO)
153.6	X 12	= 1,843	X 0 365	= 673

NOTA

73 Corriente reducida del proyecto (A) 48	74 Tensión nominal del sistema (V) 9	75 Potencia de proyecto del arreglo (W)	76 Carga en Watt-horas (WH/DIA)	77 Relación entre el arreglo y la carga (DECIMAL)
31.1	X 12	= 373.2	÷ 1,843	= 0.2

78 Indicador híbrido



Indicador de proyecto híbrido

SI	NO

EN CASO AFIRMATIVO, USE HOJAS DE CALCULOS DE PROYECTO HÍBRIDO PARA COMPLETAR LA DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EN CASO CONTRARIO, PASA A LAS HOJAS DE ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL CONTROLADOR

	A1 Corriente de cortocircuito del arreglo (A) 62	A2 Corriente mínima del controlador (A)	A3 Capacidad del controlador (lado del arreglo) (A)	A4 Controladores en paralelo	NOTA
1.25	X 32	= 40	+ 40	= 1	

A5

(CONTROLADOR)

Tipo / descripción : _____

Tensión del sistema: 12

Corriente del sistema: _____

Características

Compensación de temperatura: No

Protección de corriente inversa: Sí

Puntos de control ajustables

Desconexión de alta tensión: 14.5

Reconexión de alta tensión: 13.8

Desconexión de baja tensión: 11.6

Reconexión de baja tensión: 12.4

Medición

Voltaje de batería: X

Corriente del arreglo: _____

Corriente de la carga: _____

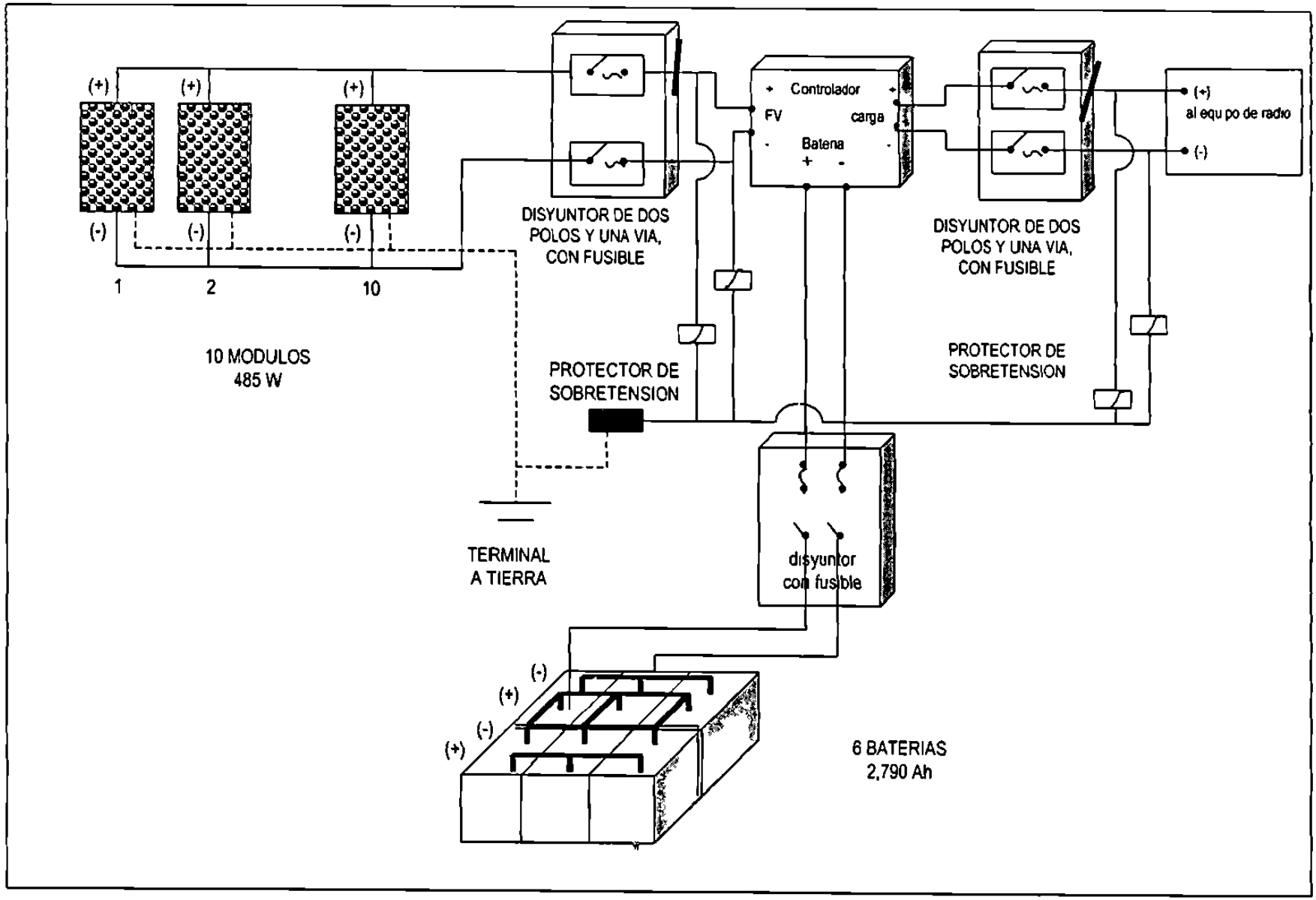
ESPECIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE PROTECCION

CIRCUITO	COMPONENETES DE PROTECCIÓN				REGIMEN CORRIENTE	REGIMEN DE TENSION	DESCRIPCIÓN
	Interruptor	Diodo	Fusible	Sobre potencia			
D1 Arreglo	X		X		30	125	c.c.
D2 Arreglo				X		30	Movistor
D3 Batería	X		X		30	125	c.c.
D4 Carga	X		X		30	125	c.c.
D5							
D6							
D7							
D8							
D9							
D10							
D11							
D12							
D13							
D14							

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE DIMENSION DE CONDUCTORES DE C.C.

Tendido de conductores	E1 Tensión del sistema (V)	E2 Corriente máxima (A)	E3 Longitud en un sentido (M)	E4 Bajada de tensión permitida (%)	E5 Margen para reducción de temperatura	E6 Dimensión del conductor	E7 Tipo de conductor
Circuito del arreglo							
Módulo a módulo	12	4	0 6	-	-	# 12	USE Resistente a la luz solar
Del arreglo al controlador o la batería	12	40	3 0	2	-	# 6	THWN en conducto
Circuito de c.c.							
Batería a batería	12	-	0 6	-	-	# 6	THWN
De batería o controlador a las cargas de c.c	12	40	2 2	2	-	# 6	THWN en conducto
Circuitos ramales							
Transmisión							
A	12	25	2 5	2	-	# 8	THWN
B							
C							
D							
E							
Del cargador a las baterías							
De las baterías al inversor o al conversor							

Tierra del sistema	Tipo de conductor	Calibre AWG #	Tipo de conexión a tierra
E8 Conexión a tierra de los equipos	Cobre desnudo	6	Rejilla enterrada
E9 Conexión a tierra del sistema	Cobre desnudo	6	Rejilla enterrada

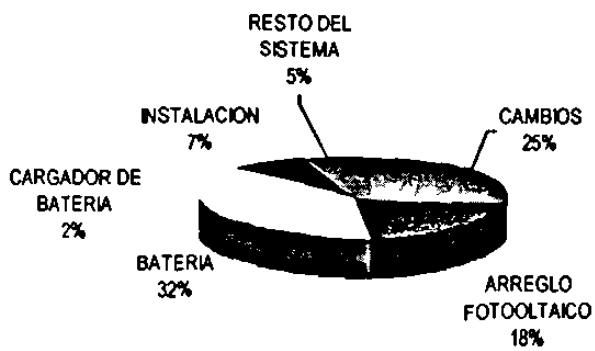

(+)
(-)
1
2
10
10 MODULOS
485 W
DISYUNTOR DE DOS
POLOS Y UNA VIA,
CON FUSIBLE
Controlador
FV
carga
Batena
+ -
DISYUNTOR DE DOS
POLOS Y UNA VIA,
CON FUSIBLE
(+)
al equ po de radio
(-)
PROTECTOR DE
SOBRETENSION
PROTECTOR DE
SOBRETENSION
TERMINAL
A TIERRA
disyuntor
con fusible
6 BATERIAS
2,790 Ah

ANÁLISIS ECONOMICO

ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA UTIL (cvu)
PROYECTO ESPECIFICO: ESTACION REPETIDORA DE RADIO

RENGLON		COSTO EN DOLARES	VALOR ACTUAL	PORCENTAJE TOTAL DEL COSTO CVU (%)
1. COSTO CAPITAL:				
Arreglo fotovoltaico		3,160	3,160	18.5
Batería		5,580	5,580	32.7
Resto de los componentes del sistema		930	930	5.4
Instalación		1,250	1,250	7.3
A. SUBTOTAL (equipo e instalación)		10,920	10,920	63.9
2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
B. inspección anual		150	2,232	13.1
3. CAMBIOS	AÑO			
Banco de baterías	10	5,580	4,152	24.3
Controladores	10	360	275	1.6
C. SUBTOTAL (Costo de reemplazo)		5,940	4,427	25.9
4. VALOR DE RECUPERACIÓN	AÑO			
D. 20% del costo original	20	(1,934)	(499)	(2.9)
COSTO TOTAL DEL CICLO DE VIDA UTIL (A+B+C+D)			US $ 17,080	100.0

ELEMENTOS DE COSTO COMO UN PORCENTAJE DEL CVU(%)



NOTAS ECONOMICAS:

1. El análisis del costo de vida útil (CVU) incluye una inspección anual de todos los equipos. Se incluyen costos para cubrir un viaje por año.

7.2 PROYECTO ESPECIFICO No. 2

7.2.1 APLICACIONES RESIDENCIALES

Muchas personas usan sistemas fotovoltaicos o sistemas híbridos para suministrar energía eléctrica a sus residencias. Estos sistemas ofrecen una opción atractiva en las áreas donde las compañías de servicios públicos no han instalado líneas de transmisión eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos son silenciosos y producen energía siempre que brille el sol. Son duradero y modulares. Esta última característica es particularmente importante para los sistemas residenciales, ya que la demanda de carga siempre aumenta cuando la familia se acostumbra a tener energía eléctrica. Se están instalado miles de sistemas, con capacidad desde 30 hasta 200 W, para suministrar energía a residencias en países en desarrollo. Estos pequeños sistemas son generalmente usados para generar c.c. y alimentar aparatos eléctricos de 12 y 24 V c.c. Los inversores independientes también se pueden obtener y se usan generalmente en sistemas de 200 W a unos pocos kW. El uso de un inversor permite que el propietario pueda tener una mayor selección de aparatos alimentados con c.a.

Los sistemas fotovoltaicos independientes que se usan en aplicaciones de tipo residencial deben tener suficiente capacidad para alimentar una gran variedad de cargas. Sin embargo, a diferencia de otros sistemas, el propietario / operador tiene control directo sobre el uso de las cargas y, por lo tanto, sobre la demanda de potencia puesta en el sistema. La familia aprende rápidamente a conservar energía durante los períodos de cielo nublado. El adiestramiento en la operación y mantenimiento del sistema es un factor importante para la satisfacción general del propietario.

APLICACIONES

- Residencial
- Area de recreo

CARGA ELECTRICA

Para ahorrar energía y reducir el costo inicial de un sistema fotovoltaico, el proyectista debe tomar en consideración las opciones siguientes:

- Usar lámparas fluorescentes, pues tienen un rendimiento cuatro a cinco veces mayor que las incandescentes para el mismo nivel de iluminación.
- Considerar el uso de aparatos tales como hornos, cocinas, secadora de ropa, calentadores de agua y sistemas de calefacción que quemen propano.
- Usar aparatos de alto rendimiento.

Como regla general, el proyectista debe considerar el uso de sistemas de c.c. para demandas eléctricas menores de 10 Wh por día. Estos pequeños sistemas suministrará, parte de la demanda de iluminación, radio y televisión de una familia. Si se desean más aparatos, podrán resultar ventajoso usar un inversor. La tensión de entrada del inversor determinará la tensión de c.c. del sistema. Mantenga la corriente de c.c. por debajo de 100 A

ARREGLO FOTOVOLTAICO

Se recomienda el uso de módulos de sílice cristalino. Si la tensión del arreglo es mayor de 24 V c.c., se deben usar diodos de paso en paralelo con cada módulo. Se requiere el uso de conductores que resistan los afectos de la luz del sol. Todas las conexiones en serie o paralelo se deben hacer mediante los terminales dentro de las cajas de conexiones de los módulos. El uso de tuercas para alambres y cinta aislante no resultará en una conexión duradera. Provea medios para aliviar los esfuerzos de los conductores en los puntos de conexión. Todos los conductores deben estar alineados a lo largo de los marcos de los módulos y firmemente anclados a la estructura de soporte para evitar que el viento los dañe. Instale el cableado del controlador y de las baterías en conductores eléctricos. La estructura de soporte del arreglo debe estar conectada a tierra. Todos los interruptores o disyuntores deben ser instalados en cajas resistentes a

la intemperie. Los instrumentos medidores de tensión y corriente ayudarán al propietario a verificar el estado y rendimiento del sistema.

BATERIAS

Las baterías se deben instalar en un ambiente de temperatura controlada dentro o cerca del edificio, si es posible. Provea una ventilación adecuada y colóquelas en una caja no metálica para protegerlas contra el posible derrame del electrólito corrosivo. La instalación de las baterías sobre una superficie fría disminuirá la capacidad de uso de ellas. No exponga las baterías a llamas o chispas eléctricas. Evite que los niños o animales se acrecen a la batería. Se recomiendan baterías de tipo industrial con ciclo de descarga profunda para aquellas residencias que siempre estén ocupadas. Se pueden usar baterías selladas para reducir el problema de ventilación y disminuir el costo de mantenimiento. Vea si este tipo de batería se puede obtener en el área local. Muchas veces se usan instrumentos medidores y/o alarmas para avisar al propietario que la carga de la batería está baja. Se debe instalar un fusible en línea en la terminal de salida de la batería para proteger los aparatos eléctricos en caso de un cortocircuito. La regulación de la carga de la batería es crítica y afecta directamente la vida de ella. Seleccione un controlador diseñado para funcionar con sus baterías.

MONTAJE

Instale el arreglo fotovoltaico en un lugar donde no haya sombra, aun en el los meses con la menor elevación solar. El arreglo debe mirar al norte-sur verdadero ± 20° . Con el montaje sobre el terreno se obtiene una mayor facilidad de instalación y mantenimiento, la posibilidad de hacer ajustes estacionales del ángulo de inclinación. Si se desea que el arreglo siga el movimiento del sol en un solo eje, verifique que no haya nada que impida el movimiento del arreglo. Se recomienda cercar la instalación para evitar que entren niños o animales. Los montajes sobre techos pueden tener más acceso solar en áreas donde hay un gran número de árboles u obstrucciones. Los módulos no se deben montar directamente sobre el techo. La estructura de soporte debe

proporcionar un espacio de por lo menos 8 cm para permitir que el aire enfríe la parte posterior de los módulos. Ubique el arreglo tan cerca de las baterías como sea posible para reducir al mínimo la longitud de los cables. Las estructuras de soporte deben ser de aluminio anodizado, acero galvanizado o acero inoxidable y diseñadas para soportar la mayor velocidad estimada de los vientos.

CONTROLADORES, INVERSORES Y PANEL DE DISTRIBUCIÓN

S recomienda el uso de controladores de carga y deben estar diseñados para controlar el tipo de baterías usado y tener capacidad para la expansión futura del sistema. Especifique solamente las características necesarias del controlador. Mientras más complejos sean los controles, mayor será la probabilidad de falla. Se recomiendan los controladores con compensación de temperatura para todos los sistemas, excepto los más pequeños. Los híbridos requieren controladores especialmente diseñados.

La selección de un inversor es una decisión crítica en el diseño de sistemas fotovoltaicos residenciales remotos, ya que establece la tensión de c.c. del sistema. Antes de comprar un inversor, verifique que sea capaz de arrancar y alimentar todas las cargas anticipadas. Asegúrese que el inversor pueda soportar los requisitos transitorios de corriente de las cargas. Se usan fusibles e interruptores para proteger los cables y los componentes electrónicos. Si es posible, instale todos los interruptores en forma de proveer un fácil acceso. La seguridad es particularmente importante en los sistemas residenciales donde las personas vivirán cerca del sistema. Todo el cableado, fusibles, interruptores y componentes de protección deben ser conforme a los procedimientos estándar para instalaciones eléctricas y a los códigos eléctricos locales. Consulte las autoridades locales sobre otros códigos que sean aplicables.

PROYECTO ESPECIFICO No. 2

SISTEMAS DE C.C.

Este sistema fue diseñado para proveer energía eléctrica para la iluminación, un radio y televisión para una familia de cuatro personas ubicada en las afueras de Montevideo, Uruguay. No hay servicio de las empresas públicas en el área. Un pequeño refrigerador es una parte importante de la carga, aun cuando no tiene la capacidad de hacer hielo. Se usan lámparas fluorescentes para reducir la cantidad de energía necesaria. La familia podría controlar la demanda limitando el uso del radio y de la televisión durante los períodos de tiempo nublado. El sistema tendrá capacidad para alimentar todas las cargas durante los días típicos de invierno.

INFORMACIÓN CLAVE DEL PROYECTO

➢ APLICACIONES:	Pequeño sistema residencia
➢ SITIO DEL PROYECTO:	Cerca de Montevideo, Uruguay
➢ UBICACIÓN / ELEVACIÓN:	34.8° S 57°O
➢ CONDICION AMBIENTAL:	Costera
➢ GAMA DE TEMPERATURAS:	-10° a 36°C
➢ MÁXIMA VELOCIDAD DEL VIENTO:	20 m / s
➢ REQUISITO DE DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA:	No es crítico
➢ PERFILES DE CARGA:	Variable

INSTALACIÓN:

El arreglo fotovoltaico se instaló sobre el techo de la casa. Se utilizó un marco de aluminio para sostener los módulos, con patas de 10 cm de largo atornilladas al techo con tornillos de 6 cm. La región casi nunca tiene vientos de alta velocidad, de modo que la carga de viento sobre el arreglo y el techo no era un problema. La estructura del arreglo se diseño con una inclinación en la parte superior para proveer acceso al

cableado y a las cajas de conexiones de los módulos. Se instaló un interruptor principal en una caja a prueba de la intemperie, montada sobre el lado de la casa. Otra caja con el controlador y los interruptores de las cargas se instaló en la cocina y se conectó a través de la pared con la caja del interruptor principal. Se instalaron medidores para la corriente del arreglo, corriente de la carga y tensión del sistema. Debajo de esta caja se instalaron las baterías del sistema en una caja plástica con ventilación hacia el exterior. Cada cuarto fue provisto con receptáculos de c.c. para aparatos eléctricos. Las lámparas se instalaron en la pared, alambradas a través de un interruptor ubicado junto a la puerta. Todos los cables interiores fueron instalados en conductos metálicos.

Los propietarios de la casa recibieron un manual completo del sistema. El manual describe el funcionamiento que se debe esperar del sistema, qué componentes requieren mantenimiento y cada cuánto tiempo, al igual que algunas medidas para localizar fallas en caso de problemas con el sistema.

HOJA DE CALCULO No. 1

CALCULO DE CARGAS DE APARATOS ELÉCTRICOS

(PARA CADA MES O ESTACION COMO SEA NECESARIO)

Para uso de invierno

1 Descripción de la carga	2 CANT	3 Corriente de la carga (A)	4 Tensión de la carga (V)	5A Potencia de la carga de c c. (W)	5B Potencia de la carga de c.a. (W)	6 Ciclo de servicio diario (H/DIA)	7 Ciclo de servicio semanal (DIAS/SEMANAS)	D Factor de rendimiento de conversión de potencia (DECIMAL)	9 Tensión nominal del sistema (V)	10 Carga emn amp-horas (AH/DIA)
Refrgerador c.c.	1	X 8.0	X 12	= 96.0	N/A	X 4	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 32.0
Luz del baño c.c.	1	X 0.7	X 12	= 8.4	N/A	X 1	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 0.7
Luz de la cocina c.c.	1	X 1.9	X 12	= 22.8	N/A	X 2	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 3.8
Luz de la alcoba c.c.	1	X 1.4	X 12	= 16.8	N/A	X 2	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 2.8
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
11 Potencia Total de la carga (W)			c.c. 11A	144	c.a. 11B		12 Carga total en amp-horas (AH/DIA)			39.3

13 Potencia total de la carga de c.c. 11A (W)	14 Potencia total de la carga de c.a. 11B (W)	15 Tensión nominal del sistema 9 (V)	16 Drenaje máximo de corriente (A)	17 Carga total en amp-horas (AH/DIA)	18 D Factor de rendimiento de conductores (DECIMAL)	19 D Factr de rendimiento de batería (DECIMAL)	20 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
252*	+ 0	÷ 12	= 21	143	÷ 0.98	÷ 0.95	= 153.6

NOTA:
Se usaron luces fluorescentes en todos los sitios posibles

HOJA DE CALCULO No. 1

CALCULO DE CARGAS DE APARATOS ELÉCTRICOS

(PARA CADA MES O ESTACION COMO SEA NECESARIO)

Para uso en invierno

1 Descripción de la carga	2 CANT	3 Corriente de la carga (A)	4 Tensión de la carga (V)	5A Potencia de la carga de c.c. (W)	5B Potencia de la carga de c.a. (W)	6 Ciclo de servicio diario (H/DIA)	7 Ciclo de servicio semanal (DIAS/SEMANAS)	D Factor de rendimiento de conversión de potencia (DECIMAL)	9 Tensión nominal del sistema (V)	10 Carga emn amp-horas (AH/DIA)
Luz de lectura c.c.	2	X 1.5	X 12	= 36.0	N/A	X 2	X 7 + 7	+ 1.0	+ 12	= 6 0
Radio y tocacinta c.c.	1	X 2.0	X 12	= 24.0	N/A	X 2	X 7 + 7	+ 1.0	+ 12	= 4.0
Television c.c.	1	X 4.0	X 12	= 48.0	N/A	X 4	X 7 + 7	+ 1 0	+ 12	= 16 0
c.c.					N/A		X 7 + 7	+	+	=
c.a.		X	X	N/A		X	X + 7	+	+	=
c.a.		X	X	N/A		X	X + 7	+	+	=
c.a.		X	X	N/A		X	X + 7	+	+	=
c.a.		X	X	N/A		X	X + 7	+	+	=
11 Potencia Total de la carga (W)			c.c. 11A	252	c.a. 11B		12 Carga total en amp-horas (AH/DIA)			65.3

13 Potencia total de la carga de c.c. 11A (W)	14 Potencia total de la carga de c.a. 11B (W)	15 Tensión nominal del sistema 9 (V)	16 Drenaje máximo de corriente (A)	17 Carga total en amp-horas (AH/DIA)	18 D Factor de rendimiento de conductores (DECIMAL)	19 D Factr de rendimiento de batería (DECIMAL)	20 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
252*	+ 0	+ 12	= 21	65.3	+ 0.99	+ 0.9	= 73.3

NOTA.

HOJA DE CALCULO No. 1

CALCULO DE CARGAS DE APARATOS ELÉCTRICOS

(PARA CADA MES O ESTACION COMO SEA NECESARIO)

Para uso en verano

1 Descripción de la carga	2 CANT	3 Corriente de la carga (A)	4 Tensión de la carga (V)	5A Potencia de la carga de c.c. (W)	5B Potencia de la carga de c.a. (W)	6 Ciclo de servicio diario (H/DIA)	7 Ciclo de servicio semanal (DIAS/SEMANAS)	D Factor de rendimiento de conversión de potencia (DECIMAL)	9 Tensión nominal del sistema (V)	10 Carga emn amp-horas (AH/DIA)
Refrgerador c.c.	1	X 8.0	X 12	= 96.0	N/A	X 6	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 48.0
Luz del baño c.c.	1	X 0.7	X 12	= 8.4	N/A	X 1.5	X 7 ÷ 7	÷ 1 0	÷ 12	= 1.1
Luz de la cocina c.c.	1	X 1.9	X 12	= 22.8	N/A	X 1.5	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 2.9
Luz de la alcoba c.c.	1	X 1.4	X 12	= 16.8	N/A	X 1.5	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 2.1
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
11 Potencia Total de la carga (W)			c.c. 11A	144	c.a. 11B		12 Carga total en amp-horas (AH/DIA)			54.1

13 Potencia total de la carga de c.c. 11A (W)	14 Potencia total de la carga de c.a. 11B (W)	15 Tensión nominal del sistema 9 (V)	16 Drenaje máximo de corriente (A)	17 Carga total en amp-horas (AH/DIA)	18 D Factor de rendimiento de conductores (DECIMAL)	19 D Factr de rendimiento de batería (DECIMAL)	20 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
	+	+	=		÷	÷	=

NOTA:

HOJA DE CALCULO No. 1

Para uso en verano

CALCULO DE CARGAS DE APARATOS ELÉCTRICOS

(PARA CADA MES O ESTACION COMO SEA NECESARIO)

1 Descripción de la carga	2 CANT	3 Corriente de la carga (A)	4 Tensión de la carga (V)	5A Potencia de la carga de c.c. (W)	5B Potencia de la carga de c.a. (W)	6 Ciclo de servicio diario (H/DIA)	7 Ciclo de servicio semanal (DIAS/SEMANAS)	D Factor de rendimiento de conversión de potencia (DECIMAL)	9 Tensión nominal del sistema (V)	10 Carga emn amp-horas (AH/DIA)
Luz de lectura c.c.	2	X 1.5	X 12	= 36.0	N/A	X 1.5	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 4.5
Radio y tocacinta c.c.	1	X 2.0	X 12	= 24.0	N/A	X 2	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 4.0
Television c.c.	1	X 4.0	X 12	= 48.0	N/A	X 2	X 7 ÷ 7	÷ 1.0	÷ 12	= 8.0
c.c.					N/A		X 7 ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
c.a.		X	X	N/A		X	X ÷ 7	÷	÷	=
11 Potencia Total de la carga (W)			c.c. 11A	252	c.a. 11B		12 Carga total en amp-horas (AH/DIA)			70.6

13 Potencia total de la carga de c.c. 11A (W)	14 Potencia total de la carga de c.a. 11B (W)	15 Tensión nominal del sistema 9 (V)	16 Drenaje máximo de corriente (A)	17 Carga total en amp-horas (AH/DIA)	18 D Factor de rendimiento de conductores (DECIMAL)	19 D Factr de rendimiento de batería (DECIMAL)	20 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
252*	+ 0	÷ 12	= 21	70.6	+ 0.99	÷ 0.9	= 79.2

NOTA:

HOJA DE CALCULO No. 2

DETERMINACIÓN DE CORRIENTE Y ANGULO DE INCLINACIÓN DEL ARREGLO

21 Ubicación del sistema	Cerca de Montevideo, Uruguay	Latitud	34 9° S	Longitud	57 0° O
Ubicación de la insolación	Montevideo, Uruguay	Latitud	34 8° S	Longitud	56.2° O

NOTA:

	Inclinación a latitud - 15°			Inclinación a latitud			Inclinación a latitud - 15°		
MES	22A Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23A Sol máximo (H/DIA)	24A Corriente del proyecto (A)	22B Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23B Sol máximo (H/DIA)	24B Corriente del proyecto (A)	22C Carga corregida (AH/DIA) 20 o 25P	23C Sol máximo (H/DIA)	24C Corriente del proyecto (A)
E	79 2	+ 7 47	= 10 6	79.2	+ 6 89	= 11 5	79 2	+ 6 04	= 13 1
F	79.2	+ 7 14	= 11 1	79 2	+ 6.82	= 11 6	79 2	+ 6 19	= 12 8
M		+	=		+	=		+	=
A		+	=		+	=		+	=
M		+	=		+	=		+	=
J	73 3	+ 3.28	= 22.3	73.3	+ 3 82	= 19 2	73 3	+ 4 14	= 17 7
J	73 3	+ 3.39	= 21.6	73 3	+ 3 88	= 18.9	73 3	+ 4 16	= 17 6
A	73.3	+ 4.16	= 17.6	73.3	+ 4 54	= 16.1	73.3	+ 4 68	= 15.7
S		+	=		+	=		+	=
O		+	=		+	=		+	=
N	79.2	+ 7 11	= 11.1	79 2	+ 6 62	= 12 0	79 2	+ 5 85	= 13 5
D	79 2	+ 7 41	= 10.7	79.2	+ 6.77	= 11.7	79 2	+ 5.88	= 13.5

Elija de cada latitud la corriente máxima delproyecto y el sol máximo correspondiente e ingrese los valores abajo

Latitud -15°	
25A Sol máximo (H/DIA)	26A Corriente del proyecto (A)
3.28	22.3

Latitud	
25B Sol máximo (H/DIA)	26B Corriente del proyecto (A)
3.82	19.2

Latitud +15°	
25C Sol máximo (H/DIA)	26C Corriente del proyecto (A)
4.14	17.7

Ahora elija la corriente mínima del proyecto y el sol máximo correspondiente

	Latitud -15°	
	27 Sol máximo (H/DIA)	28 Corriente del proyecto (A)
Angulo de Inclinación = 50 °	4.14	17.7

NOTA: NO MEZCLE LOS DATOS DE ESTE ARREGLO CON LOS DATOS DE ARREGLO FIJO EN LA MISMA HOJA

HOJA DE CALCULO No. 3

CALCULO DE CAPACIDAD DE LA BATERIA DEL SISTEMA

29 Carga corregida en amp-horas (AH/DIA) 20	30 D Días de almacena-miento (DIAS)	31 D Factor de profundidad máxima de descarga (DECIMAL)	32 D Factor de corrección de temperatura (DECIMAL)	33 Capacidad necesaria de la batería (AH)	34 Capacidad de la batería elegida (AH)	35 Baterías en paralelo
73.3	X 3	÷ 0.8	÷ 1.0	= 274 9	÷ 220	= 1

NOTA:
Se usaban tres días de acumulación porque la familia podía disminuir el consumo de electricidad los días nublados

NOTA: CASILLA 35, EN CASO DE DISEÑO CRITICO DEL SISTEMA, REDONDEE

36 Tensión nominal del sistema (V) 9	37 Tensión nominal de la batería (V)	38 Baterías en serie	39 Baterías en paralelo 35	40 Total de baterías
12	÷ 6	= 2	X 1	= 2

INFORMACIÓN DE BATERIA	
Tipo/ descripción	Plomo-ácido inundado
Tensión (V)	6
Capacidad (AH)	220

41 Baterías en paralelo 35	42 Capacidad de la batería elegida (AH) 34	43 Capacidad de la batería elegida (AH)	44 Profundidad máxima de descarga (DECIMAL) 31	45 Capacidad útil de la batería (AH)
1	X 220	= 220	X 0.8	= 176

HOJA DE CALCULO No. 4

CALCULO DE CAPACIDAD DEL ARREGLO DEL SISTEMA

46 Corriente Del proyecto (A) 28	47 Factor de reducción del módulo (DECIMAL)	48 Corriente reducida del proyecto (A)	49 D Corriente del régimen del módulo (A)	50 Módulos en paralelo I
17.7	+ 0.9	= 19.7	+ 5.8	= 3

	51 Tensión nominal de la batería 37	52 Baterías en series 38	53 Tensión necesaria para la carga de batería (V)	54 La más alta temperatura de la tensión de módulos (V)	55 Módulos en series	56 Módulos en paralelo 50	57 Total de módulo
1.20	X 6	X 2	= 14.4	÷ 14.7	= 1	X 3	= 3

NOTA:
Se usaron dos grandes módulos que producirán más de 80% de la corriente reducida (casilla 48) del proyecto.
El diseño no es crítico.

NOTA: PARA EL CUADRO DE INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO USE LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICA

INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO				
Tipo/ descripción		Tensión nominal	12	
		Espesor		
		Diodo	S	(N)
Tensión (V)	CNP	Circuito abierto	A la más alta temperatura esperada	
	15.5	20	14.4	
Tensión (V)	CNP	Cortocircuito		
	5.8	6.2		

NOTAS:
CASILLA 50 – REDONDEE AL VALOR DEL DISEÑO CRITICO
CASILLA 55 – REDONDEE EL VALOR O ELIJA OTRO MODULO
CON SUFICIENTE VOLTAJE PARA LA CARGA DE BATERIAS CUANDO EL SISTEMA FUNCIONA A LA MAS ALTA TEMPERATURA ESPERADA. LAS CONDICIONES NORMALES DE PRUEBA (CNP) SON: 1,000/M² Y 25° C DE TEMPERATURA

58 Módulo en paralelo 50	59 Corriente de régimen de módulo (A)	60 Corriente de régimen del arreglo (A)
	X 5.8	= 17.4
	61 Corriente de corto-circuito del módulo (A)	60 Corriente de corto-circuito del arreglo (A)
	X 6.2	= 18.6

63 Módulo en serie 55	64 Tensión de régimen de módulo (V)	65 Tensión de régimen del arreglo (V)
	X 15.5	= 15.5
	56 Tensión de circuito abierto de módulo (V)	67 Tensión de circuito abierto del arreglo (V)
	X 20	= 20

No se consideró un sistema híbrido

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL CONTROLADOR

	A1 Corriente de cortocircuito del arreglo (A) 62	A2 Corriente mínima del controlador (A)	A3 Capacidad del controlador (lado del arreglo) (A)	A4 Controladores en paralelo
1.25	X 18 6	= 23.3	+ 30	= 1

NOTA.

El controlador se instaló en la cocina, donde el dueño de casa podía tomar la lectura de los medidores. Se incluyó desconexión para casos de baja tensión.

A5

(CONTROLADOR)

Tipo / descripción _____

Tensión del sistema 12

Corriente del sistema 18 6

Características

Compensación de temperatura Si

Protección de corriente inversa Si

Puntos de control ajustables

Desconexión de alta tensión 14.5

Reconexión de alta tensión 13.8

Desconexión de baja tensión 11.6

Reconexión de baja tensión 12.4

Medición

Voltaje de batería Si

Corriente del arreglo _____

Corriente de la carga _____

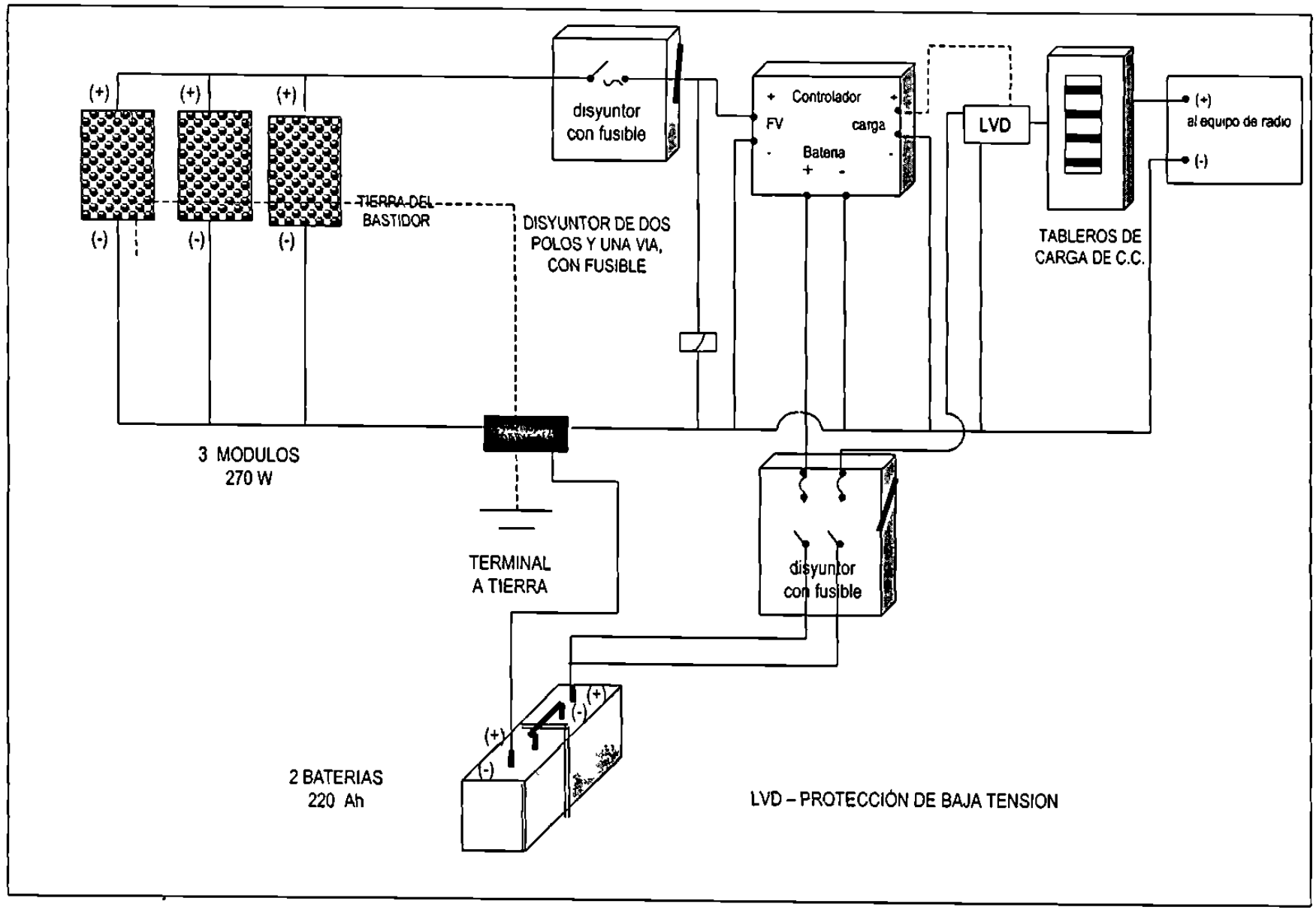
ESPECIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE PROTECCION

CIRCUITO	COMPONENETES DE PROTECCIÓN				REGIMEN CORRIENTE	REGIMEN DE TENSION	DESCRIPCIÓN
	Interruptor	Diodo	Fusible	Sobre potencia			
D1 Arreglo	X		X		30	125	c.c.
D2 Arreglo				X		20	Vaistor
D3 Bateria	X		X		20	125	c.c.
D4 Carga	X				15	125	Interruptor automático
D5 Carga	X				15	125	Interruptor automático
D6 Carga	X				15	125	Interruptor automático
D7 Carga	X				15	125	Interruptor automático
D8							
D9							
D10							
D11							
D12							
D13							
D14							

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE DIMENSION DE CONDUCTORES DE C.C.

Tendido de conductores	E1 Tensión del sistema (V)	E2 Corriente máxima (A)	E3 Longitud en un sentido[1] (M)	E4 Bajada de tensión permitida (%)	E5 Margen para reducción de temperatura	E6 Dimensión del conductor	E7 Tipo de conductor
Circuito del arreglo							
Módulo a módulo							
Del arreglo al controlador o la batería	12	16	15 4	2	-	# 2	TN
Circuito de c.c.							
Batería a batería			6				
De batería o controlador a las cargas de c.c.	12	--	2.5	2	-	# 2	THHN
Circuitos ramales							
Transmisión							
A *1	12	~ 5.7	9 2	3	-	# 10	NM
B *2	12	~ 5.3	12 3	3		# 10	NM
C Refrigerador	12	8 0	6.2	3		# 6	THHN
D							
E							
Del cargador a las baterías							
De las baterías al inversor o al conversor							

Tierra del sistema	Tipo de conductor	Calibre AWG #	Tipo de conexión a tierra
E8 Conexión a tierra de los equipos	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada
E9 Conexión a tierra del sistema	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada

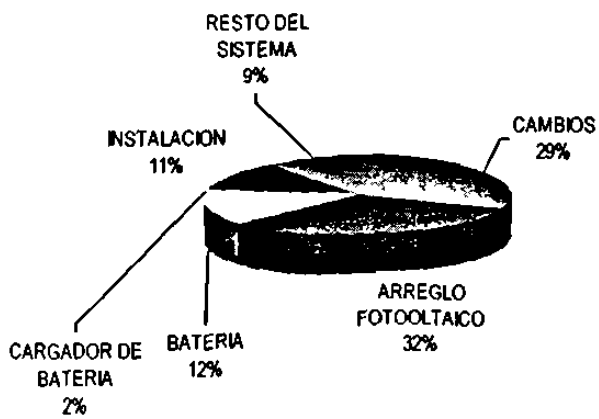

(+)
(+)
(+)
(-)
(-)
(-)
TIERRA DEL BASTIDOR
disyuntor con fusible
DISYUNTOR DE DOS POLOS Y UNA VIA, CON FUSIBLE
+ Controlador +
FV
carga
- Batena -
+ -
LVD
TABLEROS DE CARGA DE C.C.
(+)
al equipo de radio
(-)
3 MODULOS
270 W
TERMINAL
A TIERRA
disyuntor con fusible
(+)
(-)
(+)
(-)
2 BATERIAS
220 Ah
LVD – PROTECCIÓN DE BAJA TENSION

ANÁLISIS ECONOMICO

ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA UTIL (CVU)
PROYECTO ESPECIFICO: SISTEMA DE CORRIENTE CONTINUA (c.c.)

RENGLÓN		COSTO EN DOLARES	VALOR ACTUAL	PORCENTAJE TOTAL DEL COSTO CVU (%)
1. COSTO CAPITAL:				
Arreglo fotovoltaico		1,755	1,755	33.0
Batería		660	660	12.4
Resto de los componentes del sistema		480	480	9.0
Instalación		600	600	11.3
A. SUBTOTAL (equipo e instalación)		3,495	3,495	65.7
2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
B inspección anual		25	372	7.0
3. CAMBIOS	AÑO			
Banco de baterías	5	660	570	10.7
Banco de baterías	0	660	492	9.3
Banco de baterías	10	660	424	8.0
Controladores	10	150	112	2.1
C SUBTOTAL (Costo de reemplazo)		2,130	1,600	30.1
4. VALOR DE RECUPERACIÓN	AÑO			
D 20% del costo original	20	(579)	(149)	(2.8)
COSTO TOTAL DEL CICLO DE VIDA UTIL (A+B+C+D)			US $ 5,318	100.0

ELEMENTOS DE COSTO COMO UN PORCENTAJE DEL CVU(%)



NOTAS ECONOMICAS:

1. El análisis del costo de vida útil (CVU) no incluye el refrigerador ni las otras cargas eléctricas en la cabina.

7.3 BOMBEO DE AGUA

7.3.1 BOMBA SUMERGIBLE DE CORRIENTE ALTERNA

Los sistemas fotovoltaicos se usan en muchos países para bombear agua. Estos sistemas constituyen una opción práctica para satisfacer una amplia gama de necesidades desde las bombas de mano hasta las grandes bombas de riesgo alimentadas por generadores. Tanto motores de c.a. como de c.c. se usan con bombas centrífugas o de desplazamiento y se alimenta con energía fotovoltaica. Hay una mayor selección de bombas movidas por motores de c.a., pero las de c.c. son más diferentes. En algunos países se pueden obtener motores de c.c. sin escobillas para aplicaciones en pozos profundos. Estos motores requieren menos mantenimiento porque no tienen que ser traídos a la superficie periódicamente para cambiar las escobillas. La mayoría de los sistemas de bombeo son diseñados para bombear todo el día (no se usan baterías). El agua se almacena en un tanque para ser usada más tarde. Los arreglos fotovoltaicos se montan muchas veces en seguidores pasivos para aumentar el tiempo y volumen de bombeo.

Muchos sistemas más pequeños usan bombas centrífugas. Una bomba centrífuga usa un impulsor rotario que extrae el líquido a través de una entrada en el centro de la bomba y lo impulsa hacia fuera por la fuerza centrífuga a través de una salida en el perímetro de la caja del impulsor. Una bomba centrífuga de una sola etapa se puede usar con altura de agua (carga o presión) de 5 a 7 metros. Una bomba centrífuga de chorro redirige una pequeña porción de agua bombeada a la entrada del impulsor. Esto aumenta la altura de succión hasta más de 40 metros, pero el rendimiento baja rápidamente cuando la altura es más de 10 ó 15 metros. Otro método que se usa para aumentar la altura de bombeo es usar impulsores múltiples, de manera que cada bomba mueva el agua solamente de la unidad de debajo a la unidad de arriba. Esto aumenta el costo del sistema de bombeo y el rendimiento disminuye con el número de etapas. Para cualquier sistema de bomba centrífuga, salida de agua es proporcional a la corriente suministrada al motor que mueve el impulsor y esta corriente es proporcional a la irradiación solar, la cual cambia

constantemente. Por lo tanto, la salida de agua y el rendimiento de la bomba cambia continuamente durante todo el año. El uso de un dispositivo compensador electrónico, tal como un amplificador lineal de corriente ,mantendrá trabajando el arreglo más cerca del punto de potencia máxima y proporcionará una entrada más estable de energía para el motor de la bomba. Esto aumenta el rendimiento y el flujo del sistema de bombeo.

Las bombas volumétricas o de desplazamiento se usan para pozos profundos. Estas bombas usan un pistón, diafragma, tornillo o paleta rotatoria para mover "paquetes" de líquido a través de una cámara sellada. Estas bombas se usan para mover líquidos desde grandes profundidades, como en el caso de bombas de pozos de petróleo que usan una "viga caminante" para jalar varillas que hace funcionar un pistón muy debajo de la superficie. Cada ciclo de la bomba mueve hacia arriba una pequeña cantidad de líquido. La rapidez de bombeo es independiente de la profundidad, pero la demanda de corriente del motor varía de acuerdo con el ciclo de bombeo, desde elevar agua (movimiento hacia arriba) hasta aceptar más agua (movimiento hacia abajo). Se requiere un dispositivo compensador (de batería o electrónico) entre la bomba y el arreglo. Cualquier que sea el tipo de bomba que se use, el agua se almacena generalmente en un tanque o depósito para ser usada más tarde. La mayoría de los sistemas de bombeo para agua por demanda no incluyen baterías. Sin embargo, a veces se usan baterías para suministrar una tensión estable de funcionamiento al motor, o en sistemas donde se debe controlar el tiempo de bombeo debido a la baja capacidad de la fuente de agua.

APLICACIONES

- Sistemas de riesgo
- Suministros de agua para poblaciones
- Agua para animales
- Uso doméstico

CARGA ELECTRICA

La carga del sistema fotovoltaico es el motor que mueve la bomba. El motor puede ser de c.c., pero hay una mayor selección en las bombas de c.a. Algunos fabricantes incorporan un inversor de c.c. a c.a. en las unidades de c.a. para aplicaciones fotovoltaicos. El motor podrá mover una bomba sumergible, con el motor tanto bajo el agua como montado en la superficie. Los motores c.c. sin escobillas están siendo más fáciles de obtener. Si se usa un motor de c.c. con escobillas, éstas deberán cambiarse periódicamente. El cableado de bombas sumergibles debe ser de un tipo aprobado para esa aplicación. Se recomienda el uso de cables con doble aislamiento. El tamaño del sistema fotovoltaico dependerá de la demanda de agua, altura(carga) dinámica total y rendimiento del sistema de bombeo. El rendimiento de los sistemas fotovoltaicos de bombeo variará ampliamente de acuerdo con la insolación (la cual influye en la tensión, corriente y velocidad del motor). El rendimiento se puede mejorar si se provee compensación entre el arreglo y el motor de la bomba. Se puede determinar razonablemente el tamaño del sistema partiendo de los valores medios de demanda diaria de energía y de la insolación diaria.

ARREGLOS FOTOVOLTAICOS

Se usan generalmente sistemas de seguimiento para los sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua. Así aumenta el número de horas que funciona la bomba, llegando hasta un 40% en ciertas áreas. Los cables deben ser residentes a la luz del sol o instalarse en conductores eléctricos. Todas las conexiones de los módulos deben ser en cajas a prueba de agua con conectores con protección contra tirones de los cables. Todos el cableado debe ser fijado a la estructura de soporte del arreglo para evitar daños causados por el viento. Use conductor para el cableado del motor de la bomba. Los cables deben tener aislamiento aprobado para instalación en condiciones húmedas. La estructura del arreglo debe estar conectada a tierra con alambre de cobre desnudo conectado firmemente a cada estructura de soporte. La conexión de salida del arreglo debe estar provista de un interruptor con fusibles o de un disyuntor en una caja a prueba de lluvia.

Debido a que la mayoría de las bombas alimentadas por sistemas fotovoltaicos funcionan con bajas tensiones de c.c., las corrientes serán altas y se necesitarán cables de gran calibre para mantener a un mínimo las pérdidas.

BATERIAS

Algunos proyectistas usan baterías entre el arreglo y el motor para suministrar una tensión y corriente estable al motor de la bomba. En estos casos, las baterías no tienen que tener la capacidad necesaria para operar la bomba durante largos períodos de tiempo en la noche o en días nublados. Las baterías de ciclo poco profundo se pueden usar en esta aplicación. El controlador se debe ajustar para limitar la descarga a menos del 20 ó 30 %. La otra razón para usar baterías es cuando la capacidad de bombeo es mayor que la capacidad de la fuente. En este caso se pueden usar baterías para extender el tiempo de bombeo a un flujo más bajo. Las baterías de plomo-ácido o níquel-cadmio de ciclo profundo proporcionarán un servicio más largo. Las baterías se deben proteger contra la lluvia y las temperaturas extermas. Se recomienda el uso de cajas no metálicas para baterías no herméticas.

CONTROL

Se recomienda el uso de un dispositivo compensador, tal como un amplificador lineal de corriente entre el arreglo y el motor, para aumentar el rendimiento del sistema de bombeo y el volumen bombeado de agua. Las bombas centrífugas se pueden conectar directamente al arreglo fotovoltaico, pero su rendimiento será bajo debido al cambio de las condiciones de funcionamiento. Los sistemas que usen baterías deben contener un regulador de carga que impida sobrecargas las baterías. Se pueden usar interruptores de nivel de agua o de presión para apagar el sistema de bombeo si se llena el tanque o depósito.

MONTAJE

Los arreglos de seguimiento montados en postes se usan generalmente con los sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua. Se debe tener en cuenta la velocidad media del viento si se piensa usar una estructura de seguimiento. Las velocidades del viento en exceso de 40 km/h pueden impedir el uso de un sistema de seguimiento pasivo (impulsado for freon). Las estructuras de soporte deben ser hechas de un metal resistente a la corrosión. El arreglo se debe instalar lo más cerca posible del pozo para reducir la longitud de los cables al mínimo . Se recomienda construir un cercado para proteger el arreglo contra daños causados por los animales, particularmente si el bombeo es de agua para ser utilizada en el ganado. Se requiere una buena conexión a tierra, ya que muchos sistemas de bombeo son afectados por rayos. La conexión a tierra debe ser hecha al revestimiento o al cabezal del pozo. Nunca use tubería de metal removible porque la conexión sería interrumpida cada vez que se subiera la bomba para mantenimiento. Use conductores aprobados para instalación en lugares húmedos. Muchos proveedores de bombas tienen cables y juegos de empalmes a prueba de agua, con instrucciones para hacer las conexiones entre la bomba del motor y la fuente de energía.

7.3.1 PROYECTO ESPECIFICO No. 3

BOMBA SUMERGIBLE DE C.A.

Una villa en las islas del Cabo Verde necesita 20,000 litros diarios de agua para uso doméstico. El agua se almacena en un tanque a presión para suministrar agua a demanda. El pozo existente tiene una capacidad adecuada pero han ocurrido muchos problemas de mantenimiento con el motor de gasolina usando para generar energía para la bomba sumergible de c.a. Se diseño un sistema fotovoltaico de bombeo para reemplazar el motor de gasolina y se instaló una bomba con un inversor / controlador trifásico de tensión constante y 1,500 W de capacidad. El sistema contiene una bomba sumergible del tipo de etapas múltiples, de acero inoxidable, un motor trifásico de inducción de 1.5 hp, una caja con el interruptor del sistema y un cable sumergible de servicio pesado. Los circuitos electrónicos de control se instalaron sobre la superficie para acceso más fácil.

INFORMACIÓN CLAVE DEL PROYECTO

➢ APLICACIÓN:	Summistro de agua para una comunidad
➢ SITIO DEL PROYECTO	Islas del Cabo Verde
➢ UBICACIÓN / ELEVACIÓN	15° N 23.5° O 20 m
➢ CONDICION AMBIENTAL:	Ambiente marino
➢ GAMA DE TEMPERATURAS:	15 a 35° C
➢ MÁXIMA VELOCIDAD DEL VIENTO:	40 m / s
➢ REQUISITO DE DISPONIBILIDAD DEL SISTEMA:	Critico
➢ DIAS DE ALMACENAJE DE ENERGIA:	No se aplica
➢ FUENTE:	Pozo de 15 cm de diámetro con revestimiento
➢ ALTURA DINAMICA DE BOMBEO.	47 m
➢ CANTIDAD DE AGUA REQUERIDAD:	≅ 20,000 galones / día como cantidad media anual

INSTALACION

El ambiente tropical y la proximidad al océano fueron las principales consideraciones en la especificación de los herrajes. La estructura de soporte del equipo de seguimiento fue fabricada de acero resistente a la corrosión, la estructura de montaje de los módulos fue hecha de aluminio anodizado y se usaron herrajes de acero inoxidable. Se instalaron refuerzos contra huracanes en la armazón del equipo para estabilizarla durante las serias tormentas tropicales. El inversor y el interruptor de desconexión fueron instalados en una caja sobre el poste de la estructura de soporte del arreglo, con conectores para aliviar los esfuerzos mecánicos en los cables y evitar la entrada de humedad. La bomba se montó sobre una tubería de acero galvanizada de 5 cm de diámetro y se instaló dentro del pozo revestido de 15 cm de diámetro. Los cables de potencia, aprobados para uso bajo agua, se aseguraron a la tubería para evitar daños al bajar la bomba dentro del pozo. El cale de la bomba sumergible se instaló en un conducto entre la caja de conexiones y el cabezal del pozo. Se instaló un sello sanitario en la parte superior del revestimiento del pozo . Se instaló un sello sanitario en la parte superior del revestimiento del pozo para obturar la entrada del conducto eléctrico y de la tubería del pozo y evitar la contaminación del agua del pozo por causa de las condiciones en la superficie.

HOJA DE CALCULO No. 1 BA
BOMBEO DE AGUA

CALCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA

NOTA.
EL VOLUMEN DE AGUA Y LAS UNIDADES DE MEDIDA DE CARGA SE DAN EN LITROS Y METROS RESPECTIVAMENTEN

1P Capacidad de la fuente de agua (L/H)	2P Agua necearia por dia (L/DIA)	3P Factor de tiempo de bombeo	4P Insolación máxima (KWH/DIA)	5P Régimen de bombeo (L/H)
5,700	20,000	+ 1.2	+ 6.6	= 2,525

NOTA

Bomba centrifuga sumergible de etapas multiples con inversores y controlador.

6P Nivel de Agua. (M)	7P Nivel de descenso. (M)	8P Nivel de descarga (M)	9P Altura de descarga (M)	10P Altura estática (M)	11P D Margen para fricción (DECIMAL)	12P Altura estática (M)	13P Altura dinámica total (M)
3	+ 3	+ 39	+ 0	= 45	X 0.05	+ 45	= 47

14P Agua necesaria por dia (L/DIA) 2P	15P Altura dinámica total (M) 13P	16P Factor de conversión	17P Energía hidráulica (WH/DIA)	18P Factor de rendimiento del sistema de bombeo (DECIMAL)	19P Energía del arreglo (WH/DIA)	20P Tensión nominal del sistema (V)	21P Carga en amp-horas (AH/DIA)
20,000	X 47	+ 367	= 2,561	+ 0.3	= 8,538	+ 105	= 81.3

INFORMACIÓN DE BOMBA DE AGUA Y MOTOR	
Tipo/descripción	Sumergible
Tipo de bomba	Centrifuga
Tipo de motor	c a.
Tensión de entrada (c.a./c.c.)	105 V c.c.
Corriente optima (A)	9
Rendimiento de subsistemas de bombeo	0.3

22P Carga en amp-horas (AH/DIA) 21P	23P D Factor de pérdida del conductor (DECIMAL)	24P D Factor de rendimiento de batería (DECIMAL)	25P Carga corregida en amp-horas (AH/DIA)
81.3	+ 1.0	+ 1.0	= 81.3

NOTA: SI EL SISTEMA DE BOMBEO NO TIENE BATERIA, INGESE 1.0 EN LA CASILLA 24.

HOJA DE CALCULO No. 2 BA
BOMBEO DE AGUA

AGUA BOMBEADA Y REGIMEN DE BOMBEO

26P Módulos en paralelo 50	27P Corriente de régimen de módulo (A) 49	28P Tensión nominal del sistema (V) 20P	29P Rendimiento del sistema de bombeo (DECIMAL) 18P	30P Factor de conversión	31P Insolación máxima (KWH/DIA) 4P	32P Factor de reducción del módulo (DECIMAL) 47	33P Pcarga dinámica total (M) 13P	34P Agua bombeada (L/DIA)
4	X 3.6	X 105	X 0.3	X 367	X 6 6	X 0.9	÷ 47	= 21,039

NOTA:
ASEGURESE QUE EL REGIMEN DE BOMBEO INDICADO EN LA CASILLA 38P SEA INFERIOR A LA CAPACIDAD DE LA FUENTE INDICADA EN LA CASILLA 1P.

35P Agua bombeada (L/DIA) 34P	36P Factor de tiempo de bombeo 3P	37P Insolación máxima (KWH/DIA) 4P	38P Régimen de bombeo (L/H)
21,039	÷ 1.2	÷ 8.0	= 2,192

NOTA:
El régimen de bombeo no excede la capacidad de la fuente de agua.

HOJA DE CALCULO No. 4

CALCULO DE CAPACIDAD DEL ARREGLO DEL SISTEMA

46 Corriente Del proyecto (A) 28	47 Factor de reducción del módulo (DECIMAL)	48 Corriente reducida del proyecto (A)	49 D Corriente del régimen del módulo (A)	50 Módulos en paralelo
12.3	+ 0.9	= 13.7	+ 3.6	= 4

NOTA:

No se usa un subsistema de batería.

	51 Tensión nominal de la batería 37	52 Baterías en series 38	53 Tensión necesaria para la carga de batería (V)	54 La más alta temperatura de la tensión de módulos (V)	55 Módulos en series	56 Módulos en paralelo 50	57 Total de módulo
1.20	X -	X -	= 105	+ 15 4	= 7	X 4	= 28

El fabricante de la bomba recomienda una tensión de entrada de 105 V c.c.

NOTA: PARA EL CUADRO DE INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO USE LAS ESPECIFICACIONES DE FABRICA

INFORMACIÓN DE MODULO FOTOVOLTAICO				
Tipo/ descripción		Tensión nominal	12	
		Espesor		
		Diodo	S	(N)
Tensión (V)	CNP	Circuito abierto	A la más alta temperatura esperada	
	17.5	21.4	15.4	
Tensión (V)	CNP	Cortocircuito		
	3.6	3.9		

NOTAS:
CASILLA 50 – REDONDEE AL VALOR DEL DISEÑO CRITICO
CASILLA 55 – REDONDEE EL VALOR O ELIJA OTRO MODULO
CON SUFICIENTE VOLTAJE PARA LA CARGA DE BATERIAS CUANDO EL SISTEMA FUNCIONA A LA MAS ALTA TEMPERATURA ESPERADA: LAS CONDICIONES NORMALES DE PRUEBA (CNP) SON: 1,000/M² Y 25° C DE TEMPERATURA

58 Módulo en paralelo 50	59 Corriente de régimen de módulo (A)	60 Corriente de régimen del arreglo (A)
	X 3.6	= 14.4
	61 Corriente de corto-circuito del módulo (A)	60 Corriente de corto-circuito del arreglo (A)
	X 3.9	= 15.6

No es factible usar un arreglo híbrido.

63 Módulo en serie 55	64 Tensión de régimen de módulo (V)	65 Tensión de régimen del arreglo (V)
	X 17.5	= 105
	56 Tensión de circuito abierto de módulo (V)	67 Tensión de circuito abierto del arreglo (V)
	X 21.4	= 128

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL CONTROLADOR

INVERSOR

REQUISITOS DEL SISTEMA		
B1	Forma de onda	_____
B2	Tensión de c.c. del sistema	_____ (V)
B3	Tensión de c.a del sistema	_____ (V)
B4	Capacidad de sobrepotencia transitorias	_____ (W)
B5	Potencia total de c.a. en watts	_____ (W)
B6	Carga máxima sencilla de c.a.	_____ (W)
B7	Carga simultánea máxima de c a.	_____ (W)
B8	Duración de funcionamiento del inversor con la carga simultánea máxima.	_____ (MIN)
B9	Régimen de servicio continuo del Inversor	_____ (W)
B10	Rendimiento requerido del inversor bajo Carga	_____ (%)

B11	ESPECIFCACIONES DEL INVERSOR	
Tipo/		_____
Descripción		_____
Forma de onda		_____
Tensión de entrada (c.c)		10 (V)
Tensión de salida (c a)		10 (V)
Capacidad de sobretensión		_____ (W)
CARACTERÍSTICAS		
Carga de batería	( )	
Voltímetro	( )	
Control remoto	( )	
Arranque del generador	( )	
Conmutador de traspaso	( )	
Seguimiento de potencia máxima	(X)	

NOTA.

El inversor de c c. va integrado en la bomba

Esta bomba está diseñada para conexión directa con una fuente de c.c que produzca una potencia máxima a 105 V

CONVERSOR

REQUISITOS DEL SISTEMA		
C1	Tensión de entrada de c.c.	____ a ____ (V)
C2	Tensión de salida de c.c..	____ a ____ (V)
C3	Máxima potencia de salida	____ (W)
C4	Temperatura de funcionamiento	____ a ____ (C°)

C5	CONVERSOR	
Tipo/		_____
Descripción		_____
Tensión de entrada (c c)		_____ (V)
Tensión de salida (c a.)		_____ (V)
Corriente de salida		_____ (A)
Temperatura de funcionamiento		_____ (C°)
CARACTERÍSTICAS		
Tensión de salida regulable		_____ (V)

ESPECIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE PROTECCION

CIRCUITO	COMPONENETES DE PROTECCIÓN				REGIMEN CORRIENTE	REGIMEN DE TENSION	DESCRIPCIÓN
	Interruptor	Diodo	Fusible	Sobre potencia			
D1 Arreglo	X		X		20	180	c c
D2 Arreglo				X		180	Vanstor
D3 Arreglo					5	150	De paso
D4 Arreglo		X			5	150	De bloqueo
D5 Inversor		X		X		180	Vanstor
D6							
D7							
D8							
D9							
D10							
D11							
D12							
D13							
D14							

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE DIMENSION DE CONDUCTORES DE C.C.

Tendido de conductores	E1 Tensión del sistema (V)	E2 Corriente máxima (A)	E3 Longitud en un sentido (M)	E4 Bajada de tensión permitida (%)	E5 Margen para reducción de temperatura	E6 Dimensión del conductor	E7 Tipo de conductor
Circuito del arreglo							
Módulo a módulo	105	3 6	1	0	0	# 12	USE
Del arreglo al controlador o la batería	105	14 4	25	3	18	# 10	USE
Circuito de c.c.							
Batería a batería							
De batería o controlador a las cargas de c.c.							
Circuitos ramales							
Transmisión							
A *1							
B *2							
C Refrigerador							
D							
E							
Del cargador a las baterías							
De las baterías al inversor o al conversor							

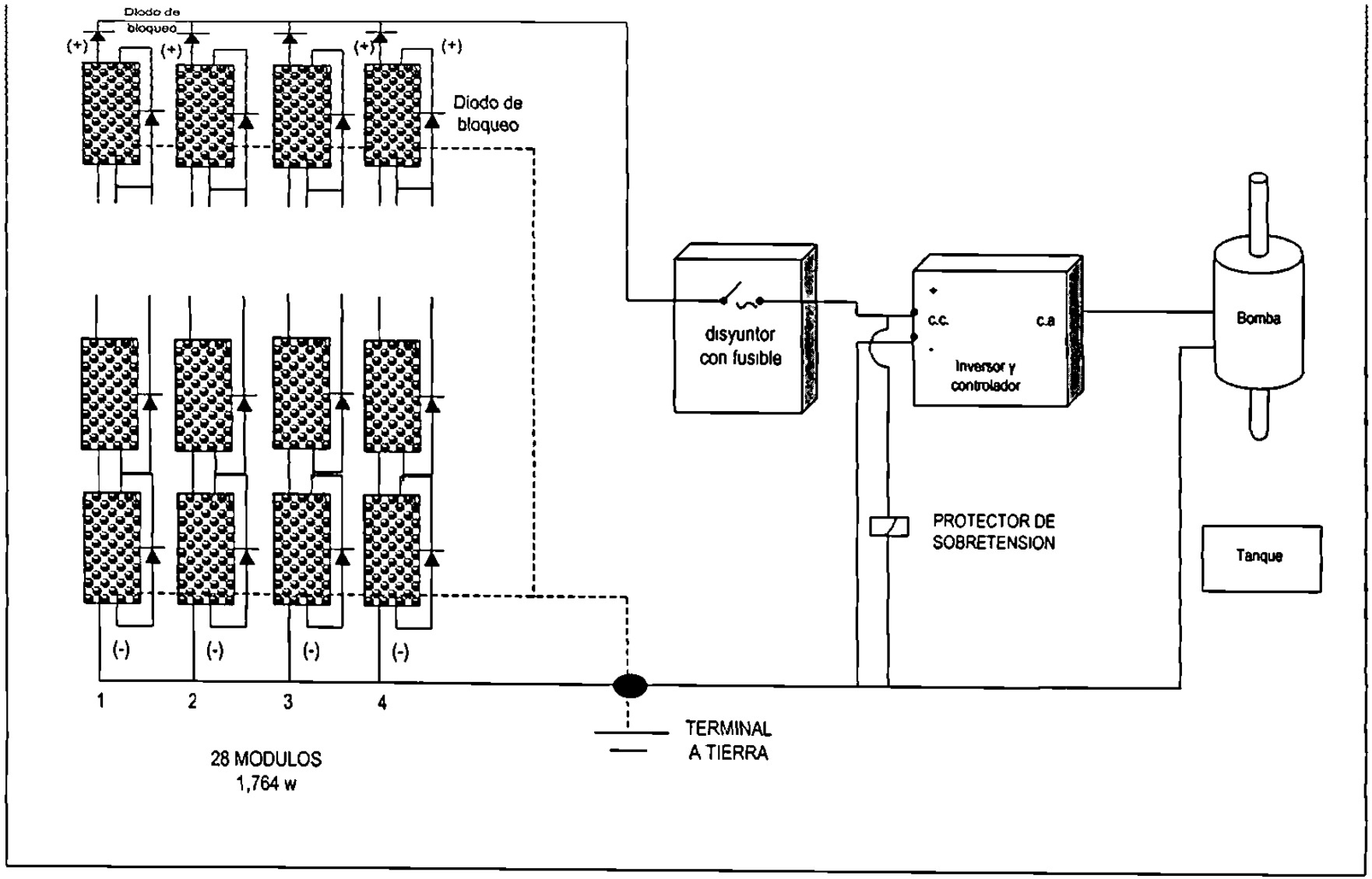
Tierra del sistema	Tipo de conductor	Calibre AWG #	Tipo de conexión a tierra
E8 Conexión a tierra de los equipos	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada
E9 Conexión a tierra del sistema	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada

HOJA DE ESPECIFICACIONES DE DIMENSION DE CONDUCTORES DE C.C.

Tendido de conductores	F1 Tensión del sistema (V)	F2 Corriente máxima (A)	F3 Longitud en un sentido (M)	F4 Bajada de tensión permitida (%)	F5 Margen para reducción de temperatura	F6 Dimensión del conductor	F7 Tipo de conductor
Circuito de c.a.							
Del inversor a las cargas de c.a							
Circuitos ramales							
A Lavanderia							
B Cocina (2)							
C Bomba de pozo							
D Aparato de pared							
E Encendido							
F Encendido							
G Encendido							
Generador							
Del generador al cargador de bateria	-						
Del generador al centro de carga de c.a.	-						

Tierra del sistema	Tipo de conductor	Calibre AWG #	Tipo de conexión a tierra
F8 Conexión a tierra de los equipos	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada
F9 Conexión a tierra del sistema	Cobre desnudo	8	Rejilla enterrada

NOTA:
El vendedor de la bomba ha suministrado el cable para la bomba sumergible.


Diodo de bloqueo
(+)
(+)
(+)
(+)
Diodo de bloqueo
(-)
(-)
(-)
(-)
1
2
3
4
28 MODULOS
1,764 w
disyuntor con fusible
c.c.
c.a
Inversor y controlador
PROTECTOR DE SOBRETENSION
Bomba
Tanque
TERMINAL A TIERRA

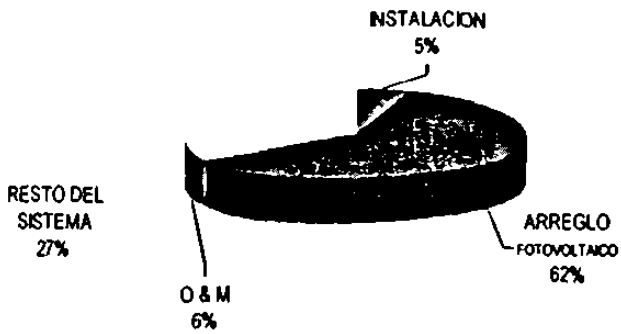
ANÁLISIS ECONOMICO

ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA UTIL (CVU)

PROYECTO ESPECIFICO: BOMBA SUMERGIBLE (C.A.)

RENGLÓN		COSTO EN DOLARES	VALOR ACTUAL	PORCENTAJE TOTAL DEL COSTO CVU (%)
1 COSTO CAPITAL.				
Arreglo fotovoltaico		11,466	11,466	64.9
Batería				
Resto de los componentes del sistema		4,940	4,940	27.9
Instalación		1,000	1,000	5.6
A. SUBTOTAL (equipo e instalación)		17,406	17,406	98.4
2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				
B inspección anual		75	1,116	6.3
3 CAMBIOS	AÑO			
C El sistema de energía debe durar	20 o más	N/A		
4. VALOR DE RECUPERACIÓN	AÑO			
D 20% del costo original	20	(3,281)	(846)	(4.7)
COSTO TOTAL DEL CICLO DE VIDA UTIL (A+B+C+D)		US $ 17,676		100.0

ELEMENTOS DE COSTO COMO UN PORCENTAJE DEL CVU(%)



NOTAS ECONOMICAS:

1. La bomba, motor inversor e interruptores de control son parte del sistema de bombeo obtenido del distribuidor.
2. El costo del ciclo de vida útil (CVU) no incluye el costo de la bomba ni del mantenimiento de la bomba y el pozo debido a que estos costos dependen del sitio. Sin embargo, la experiencia demuestra que estos costos son muy importantes y el propietario debe considerarlos para su aplicación especifica.

8. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Esta Tesis contiene numerosas recomendaciones para diseñar, instalar y operar sistemas fotovoltaicos independientes como una Fuente Alterna de Energía Eléctrica. Estas recomendaciones provienen de proyectistas e instaladores con experiencia en sistemas fotovoltaicos. Las mejores recomendaciones se basan simplemente en sentido común. Teniendo en cuenta que mientras "más específica sea una regla, mayor será el número de excepciones", presento a continuación un resumen de algunas recomendaciones importantes:

- Mantenga simple el sistema: la complejidad disminuye la confiabilidad y aumenta el costo de mantenimiento.

- Comprenda cuál es el límite óptimo y realista de la confiabilidad del sistema: Resulta muy costoso tratar de lograr más de un 99% de disponibilidad de energía con cualquier sistema energético.

- Sea minucioso pero realista al estimar la carga para artefactos eléctricos: Un factor de seguridad de 25% resultará demasiado costoso.

- Consulte las fuentes locales de informes metereológicos: Los errores en la estimación de recurso o disponibilidad solar pueden traducirse en desilusiones del rendimiento del sistema.

- Verifique la disponibilidad y el costo d e los materiales: Es inevitable tener que decidir entre ventajas y desventajas en algunos casos. Mientras más sepa de materiales, mejores serán sus decisiones. Hable con los comerciantes, haga preguntas, busque rebajas de precios.
- Conozca el sitio de instalación antes de proyectar el sistema: Se recomienda visitar el sitio para determinar la ubicación de los componentes, el tendido de conductores eléctricos, los períodos de sombra y las peculiaridades del terreno.

- Instale el sistema cuidadosamente: Haga todas las conexiones como si tuvieran que durar 30 años, como pudiera suceder. Use las herramientas y técnicas correctas. La confiabilidad del sistema no es mayor que la de la conexión más mal hecha.

- Mantenga la seguridad como la primera y última consideración: No use atajos ni métodos abreviados que pongan en peligro la vida o la propiedad. Cumpla con los códigos locales y nacionales para construcciones e instalaciones eléctricas.

- Formule un plan de mantenimiento periódico: Los sistemas fotovoltaicos tienen una historia envidiable de funcionamiento sin necesidad de atención, pero ningún sistema puede funcionar eternamente sin ningún cuidado.

- Calcule el costo del ciclo de vida útil (CCVU) para comparar el método fotovoltaico con otras alternativas: El cálculo del CCVU refleja el costo total de adquisición y operación de cualquier sistema generador de energía.