



MASLOWATEN

MArket uptake of an innovative
irrigation Solution based on
LOW WATer-ENergy consumption

Sistemas de riego fotovoltaico de alta potencia

Luis Narvarte

Coordinador, MASLOWATEN
Instituto de Energía Solar
Universidad Politécnica de Madrid



NO APAGUEN SUS MÓVILES

- WEB: www.maslowaten.eu
- Twitter: @maslowaten
- Facebook: @maslowaten



ES DE BIEN NACIDOS



Horizon 2020



... SER AGRADECIDOS



ES DE BIEN NACIDOS



OMRON



SISTEMES ELECTRÒNICS
PROGRES, S.A.

VOLTALIA GROUP
MARTIFER
SOLAR



elaia



POLITÉCNICA



 uniss
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

... SER AGRADECIDOS



ANTECEDENTES

El coste eléctrico para agricultores y Comunidades de Regantes

- FENACORE : incremento de costes 627% - 1255%
- 40% - 50% del total de costes de producción
- 2º consumidor eléctrico en España

Única alternativa para algunos cultivos

- Remolacha – 2017

Mercado Potencial

- Sur de Europa: 14 millones Ha - 16GW – 24.000M€
- Norte de África (Red + diesel): 1,5GW – 2.250 M€



¿POR QUÉ SABEMOS DE BOMBEO FV y calidad?

Bombeo FV

PRS (UE, 1993):

- 600 bombas; UPM: control de calidad

Desde 1995:

- Marruecos, Argelia, Túnez: 53 bombas
- Egipto: 5 bombas

Riego (MICCIN, 2012):

- Prototipo en Villena



Calidad técnica en el marco de Project Finance – Due diligence

Proyectos:

- 78 plantas FV multiMW – 12 países - 302 MW

Empresas:

- Acciona, Guascor, Conergy, Unión Fenosa, Fotosolar, Atersa, Nobesol, Proener, Epuron, Ateia, Element Power, Gehrlicher, Solon, Gadir, Cadmos, Dresser-Rand, Bosch, Gestamp, IM2, Scorpio, Sky Solar, Alten, Lugec, WOK, Abalados

Bancos:

- Santander, BBVA, BARCLAYS, BANESTO, Pastor, Caja Navarra, Banco de Vasconia, Sabadell Atlántico, Caja Madrid, Guipuzcuano, Caja Rural de Navarra, Bancaja, Caja Murcia, KUTXA, Espírito Santo, Zaragozano, Valencia, Caja Laboral Popular, La Caixa, Caja de Galicia
- West LB, Caixa Geral, HSH Nordbank AG, KfW, Leasink, Intesa Sanpaolo, BayernLB,

¿Qué NO es adaptar el FV al riego?

Lo que NO es:

- MPPT en el variador
- Solución preparada desde fábrica
- Adaptar la red de riego al sistema FV
- Presión constante = Aumentar el tamaño del sistema FV a balsa

El pobre estado del arte actual:

- 4 ofertas a una comunidad de regantes:
 - Tamaño: de 90 kWp a 250 kWp
 - Precio: de 1€/Wp a 2,7€/Wp
- No es que engañen; es que es nuevo conocimiento



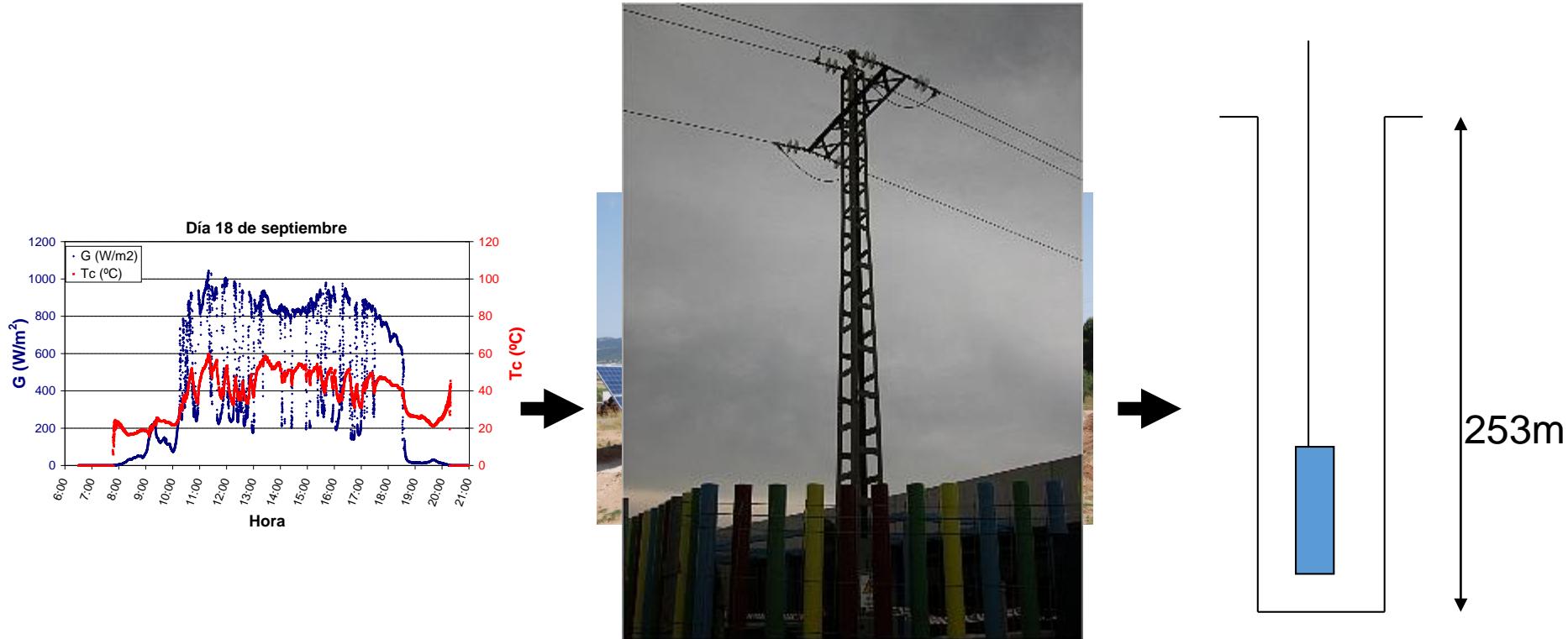
¿Qué Sí es adaptar el FV al riego?

Lo que Sí es:

- Resolver los problemas asociados a la intermitencia FV
- Ajustar la generación FV a las necesidades de riego
- Integrar el sistema FV en el sistema de riego existente
- Asegurar la fiabilidad durante 25 años



El Problema de la Intermisión FV:



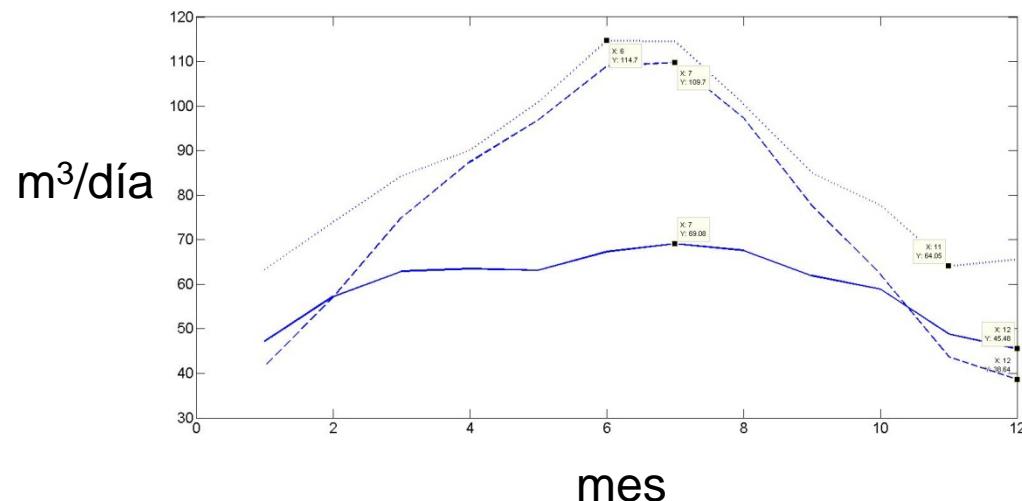
Desestabilización y parada brusca del variador:

- Golpe de ariete: reduce el tiempo de vida de la parte hidráulica
- Sobretensiones: reduce el tiempo de vida del variador y motobomba



Ajustar generación FV y necesidades de riego:

Seguidor N-S:



Integrar el sistema FV en el sistema de riego existente



Reducir el grado de novedad:

- El agricultor sigue haciendo lo mismo
- Incentivo para reducir el consumo de agua



Asegurar la fiabilidad durante 25 años

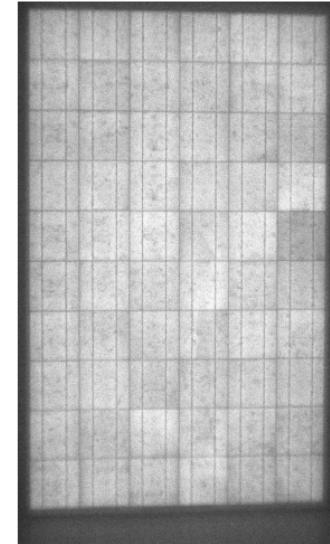
Módulo N1041303028116

Sistemas de calidad = fiabilidad:

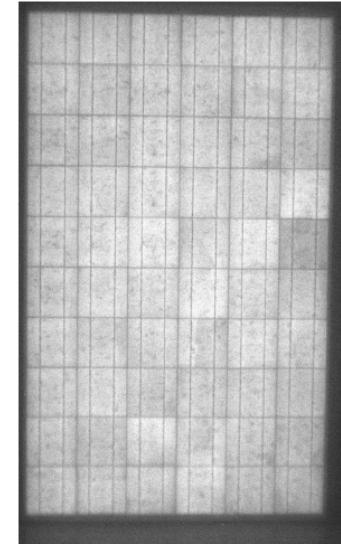
- Especificaciones técnicas
- Control de calidad
- Incluidas en contrato

Seguidor:

- Probado



Electroluminiscencia inicial



Electroluminiscencia tras 7 días a -1000V

Advertencias

CALIDAD DE LOS SISTEMAS:

- Si seguidor no probado, mejor estructura estática
- Contrato sin especificaciones técnicas y control de calidad = papel mojado

FIABILIDAD ANTE PASO DE NUBE:

- Si no tienen resuelto esto, no es solar

BOMBEO A PRESIÓN Y CAUDAL CONSTANTE:

- Si te dicen que es a presión constante, hay muchas probabilidades que sea “a balsa” sobredimensionado
- Si tiene control por presión, el problema de la intermitencia es más grave

PROGRAMACIÓN Y SINTONIZACIÓN DE LOS VARIADORES:

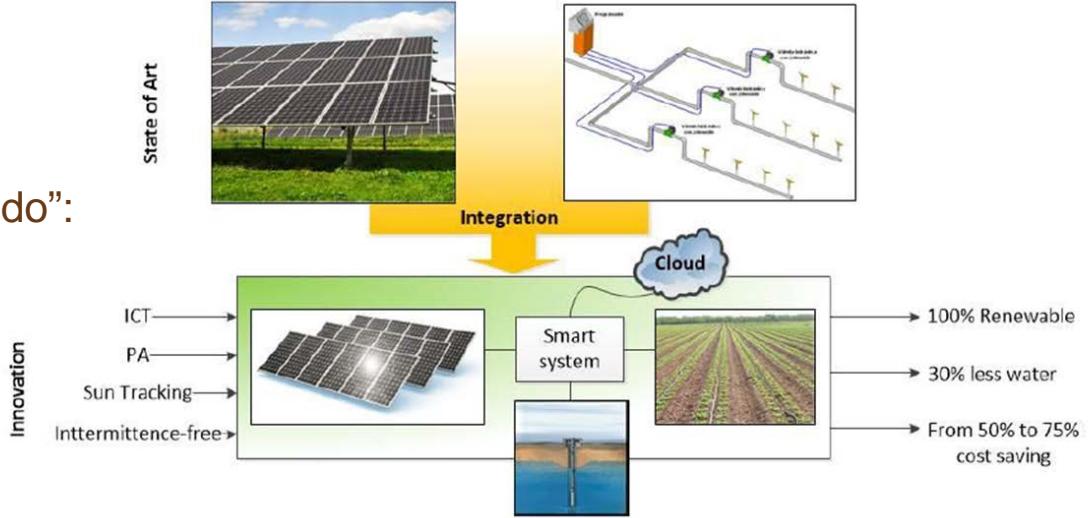
- Si viene programado de fábrica, no funciona



MASLOWATEN

METODOLOGÍA:

- 5 “primeras aplicaciones de mercado”:
 - Alicante (España): 360 kWp
 - Valladolid (España): 160 kWp
 - Alentejo (Portugal): 140 kWp
 - Marrakech (Marruecos): 120 kWp
 - Cerdeña (Italia): 40 kWp
- Validación técnica y económica
- Penetración de mercado:
 - Visitas técnicas a los demostradores
 - Exhibiciones y ferias
 - Acreditaciones y especificaciones técnicas



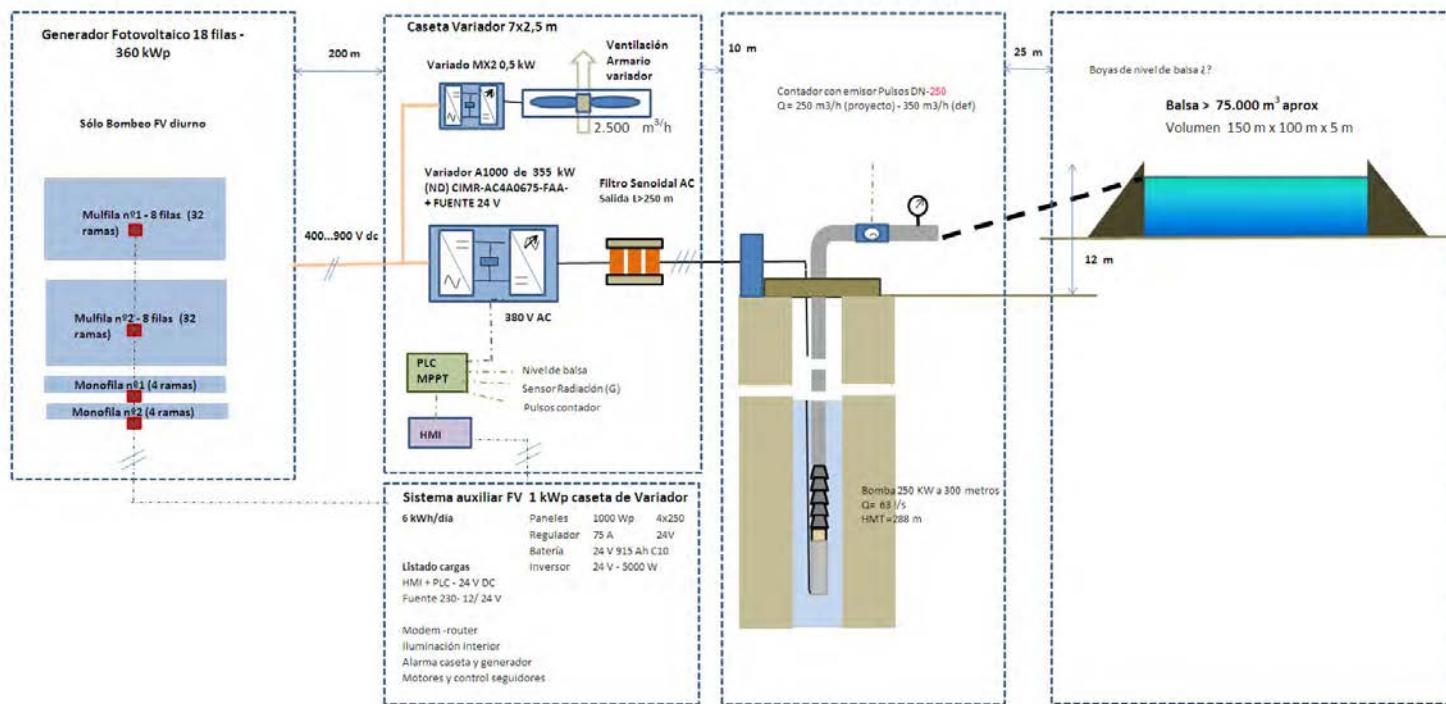
TRANSFERENCIA de TECNOLOGÍA:

- Transferencia a al menos 20 PYMES
- Al menos 5GW en el sur de Europa en 2018
- Seminarios internacionales

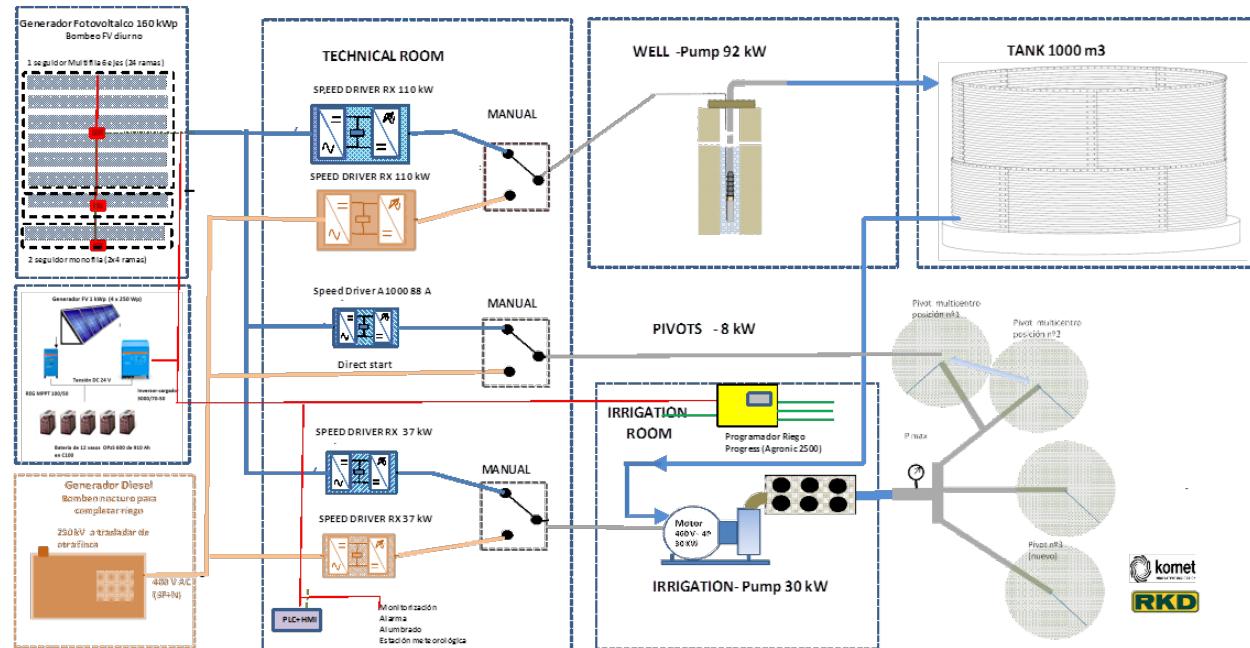
Villena (360 kWp): solo FV, Bombeo a balsa



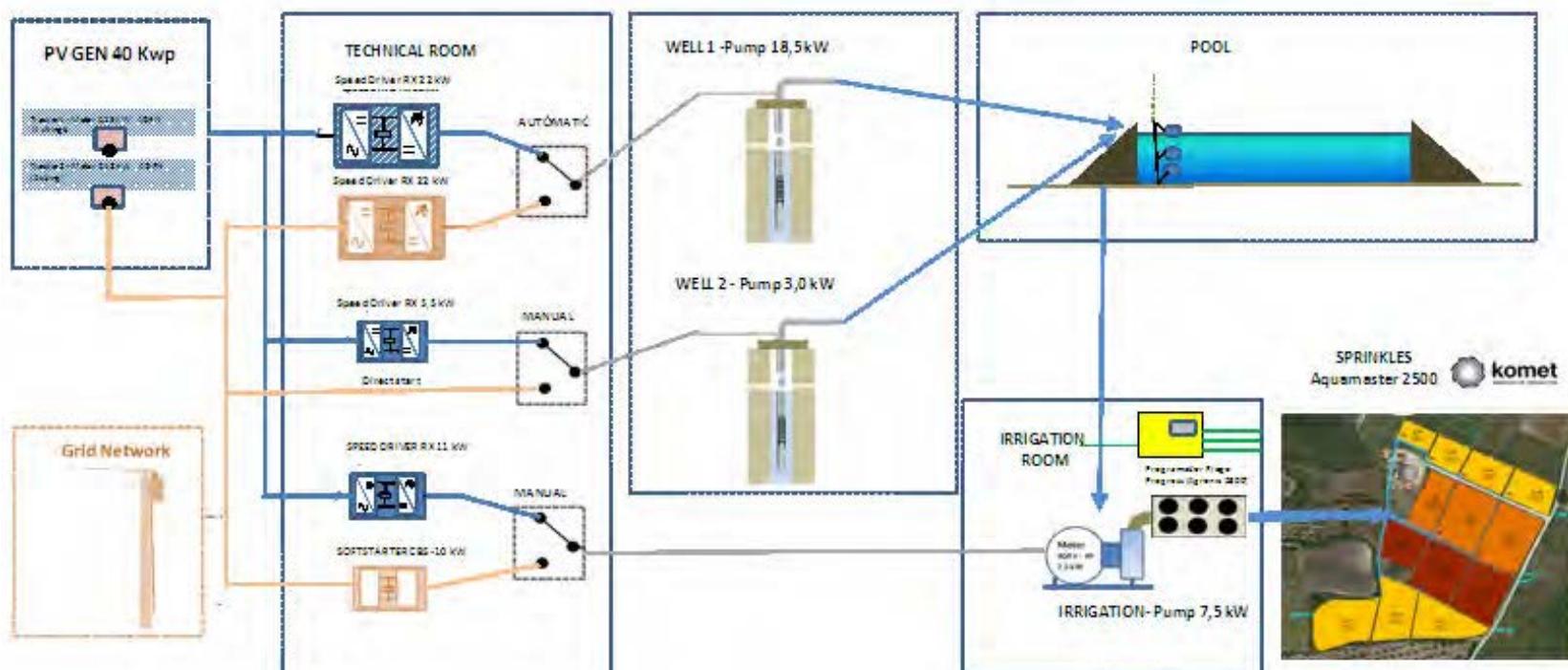
650.000 m³/año
288 m
63 l/s



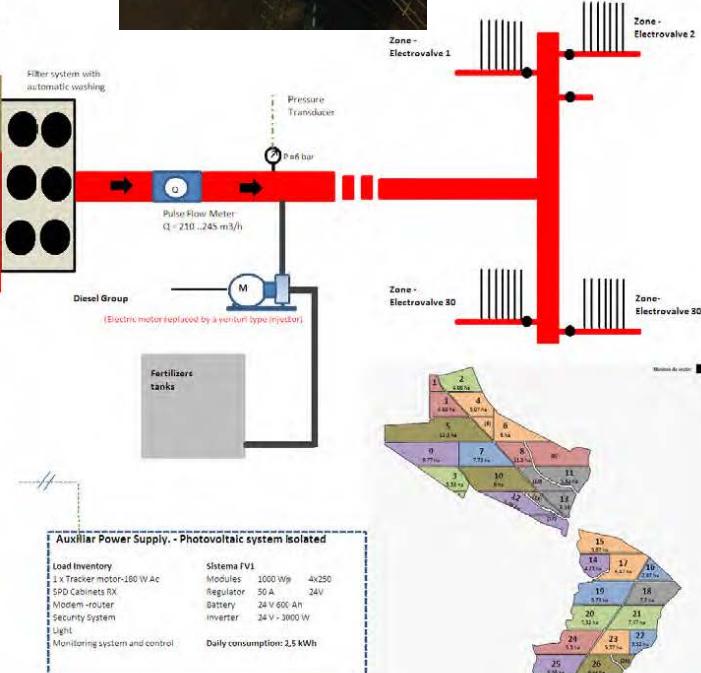
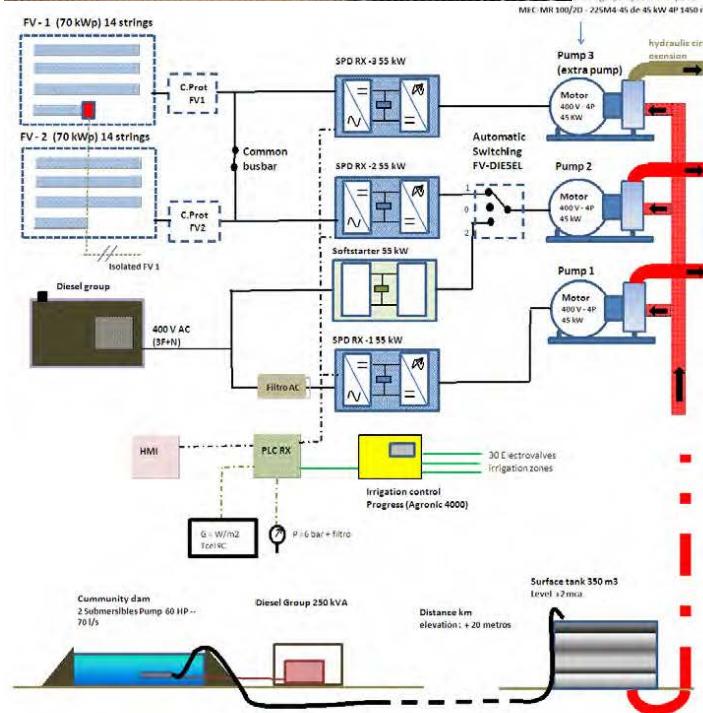
Valladolid (160 kWp): solo FV, pivot con aspersores de baja presión, presión constante



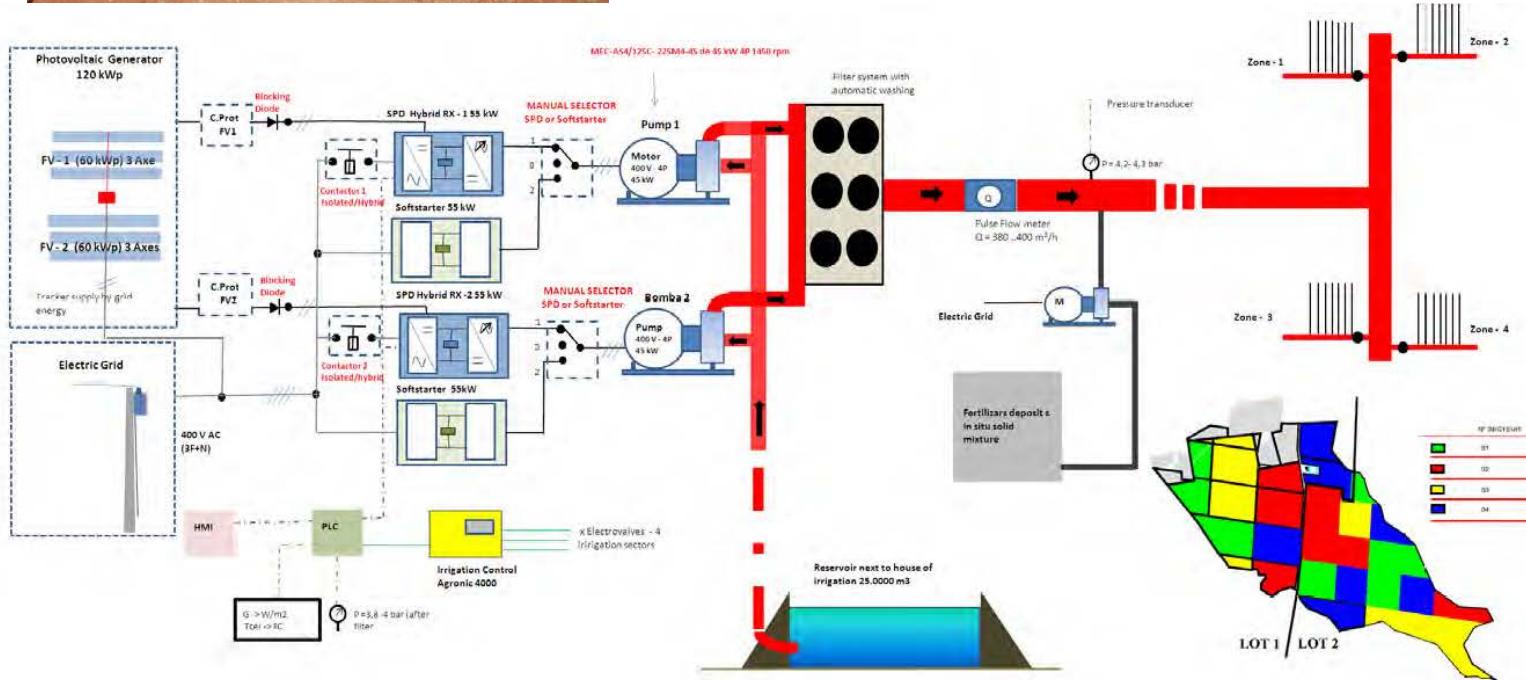
Uri (40 kWp): solo FV, a balsa y con aspersores de baja presión



Alter do Chao (140 kWp): híbrido FV-red, gota a gota, presión constante

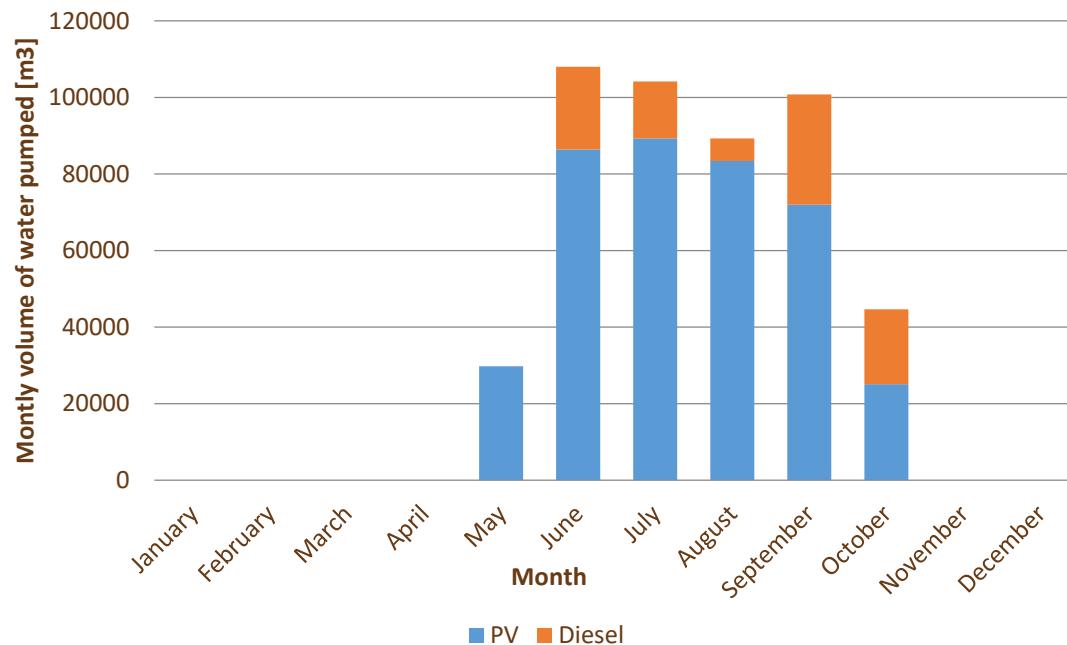


Tamalelt (120 kWp): híbrido FV-diesel, gota a gota, presión constante



Resultados

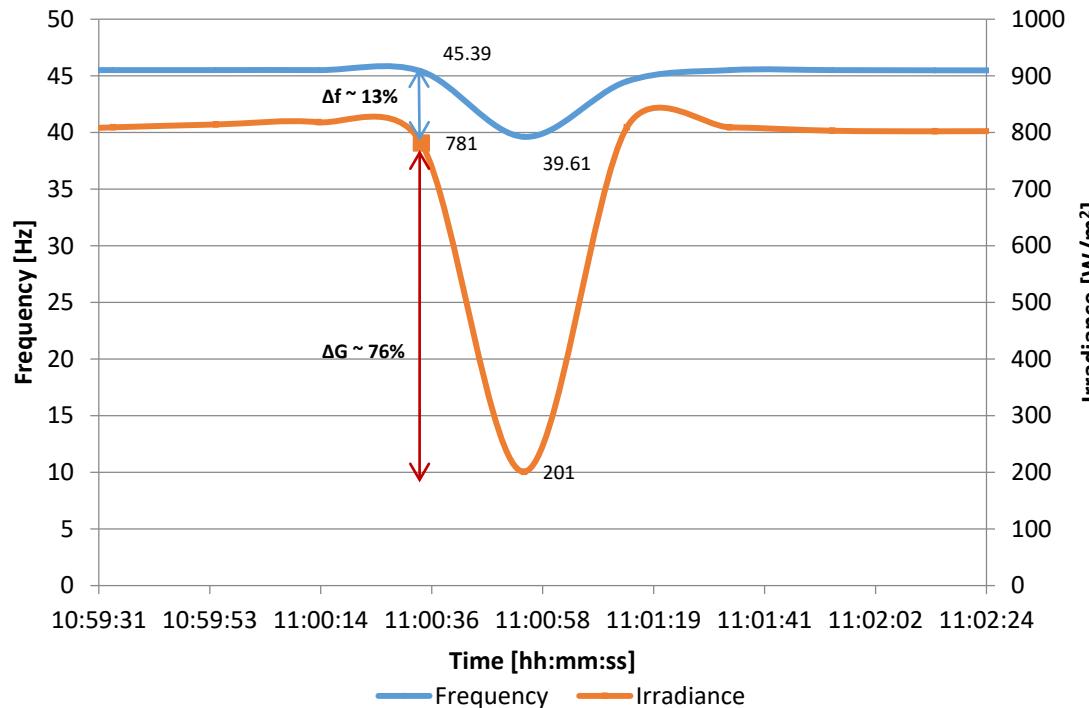
Técnicos



Portugal (2016): 476.640 m³; 81% FV;

Resultados

Técnicos



Villena: 10:59:31 hasta 11:02:24 del 19 Octubre 2017



¿Cuánto cuesta instalar los sistemas?

	Villena	Alaejos	Cerdeña	Marruecos	Portugal
Tamaño (kWp)	360	160	40	120	140
CAPEX (€)	433.098	200.351	57.778	148.704	120.277
CAPEX unitario (€/Wp)	1,20	1,25	1,44	1,24	1,22



¿Cuánto cuesta operar los sistemas?

	Villena	Alaejos	Cerdeña	Marruecos	Portugal
Tamaño (kWp)	360	160	40	120	140
OPEX (€/año)	12.993	6.011	3.000	4.461	5.108
OPEX unitario (€/Wp y año)	0,0361	0,0376	0,0750	0,0372	0,0365



Escenario Financiero a 25 años

Estructura:

Equity: 20%; Deuda: 80%

	Villena	Alaejos	Cerdeña	Marruecos	Portugal
Equity (%)	0,8	0,8	1	1	1,1
Deuda (%)	4	4	4	4	4
Wighted Average Cost of Capital (WACC, %)	3	3	3	3	3
Risk free rate (Rf, %)	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
Market premium risk (Rm, %)	1,1	1,1	1,35	1,7	1,7
Income Corporate Tax (T, %)	25	25	24		21
Tasa de inflación media (%)	2,3	2,3	1,4	1,2	3,5

Económicos

Coste de la energía		Alter do Chão	Ahorro [%]	Villena	Ahorro [%]	Alaejos	Ahorro [%]	Cerdeña	Ahorro [%]	Tamellalt	Ahorro [%]
Previo 25 años	€/kWh	0,33		0,21		0,23		0,54		0,21 €	
FV 25 años	€/kWh	0,13	-61%	0,04	-79%	0,08	-64%	0,18	-66%	0,07 €	-68%



Económicos

Financial Indicators		Alter do Chão	 [%]	Villena	 [%]	Alaejos	 [%]	Sardinia	 [%]	Tamallalt	 [%]
Annual ELECTRICITY / DIESEL consumption before PV system	kWh or L	41.246		598.147		58.671		30.033		273.102	
Annual ELECTRICITY / DIESEL consumption after PV system	kWh or L	7.866		0		9.423		0		42.765	
	dif	33.380	-81%	598.147	-100%	49.248	-84%	30.033	-100%	230.337	-84%
ELECTRICITY / DIESEL cost	€/ kWh or €/ L	0,580 €		0,105 €		0,460 €		0,270 €		0,104 €	
Average annual inflation rate [25 years] ¹	%	4,5%		4,4%		4,4%		4,4%		4,8%	
Annual Saving											
Average Annual Saving [2017 - 2041] ²	€	30.924		100.850		35.466		11.633		40.345	
Financial Indicators											
Payback Period	years	9		7		9		8		7	
NPV	€	355.119		1.337.243		420.826		142.068		452.594	
IRR	%	11%		16%		11%		13%		16%	
CAPEX	€	170.277		433.098		200.351		57.778		148.704	
WACC	%	3%		3%		3%		3%		4%	

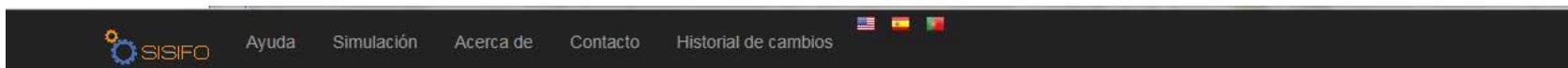
¹ the average annual inflation rate includes the estimated inflation rate [source: <http://www.inflation.eu/>] + an additional spread of 2%

² 31% is the higher ICT rate in Morocco with the exception of the ICT rate applicable to leasing companies and credit institutions [37%]

Source: Consortium Information - November 2017



www.sisifo.info



SISIFO

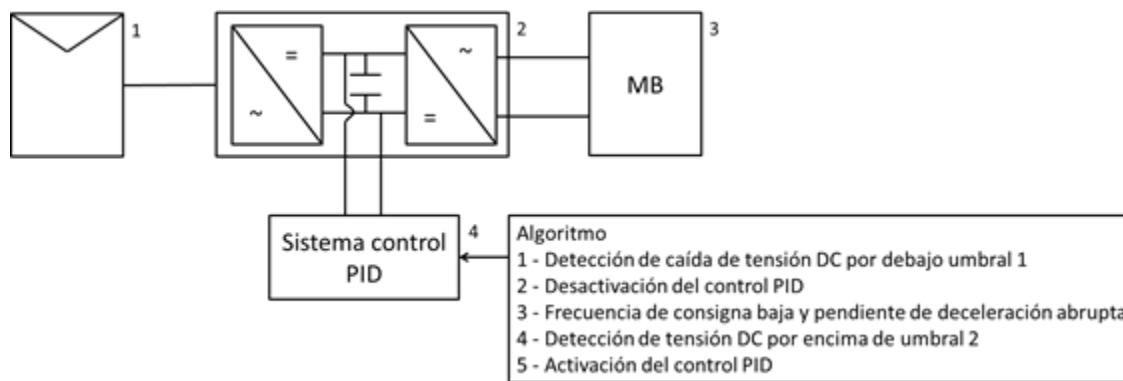
SISIFO es un entorno web libre que permite simular Sistemas Fotovoltaicos.

Simulación de la
Calidad y
Financiabilidad de
sistemas FV.

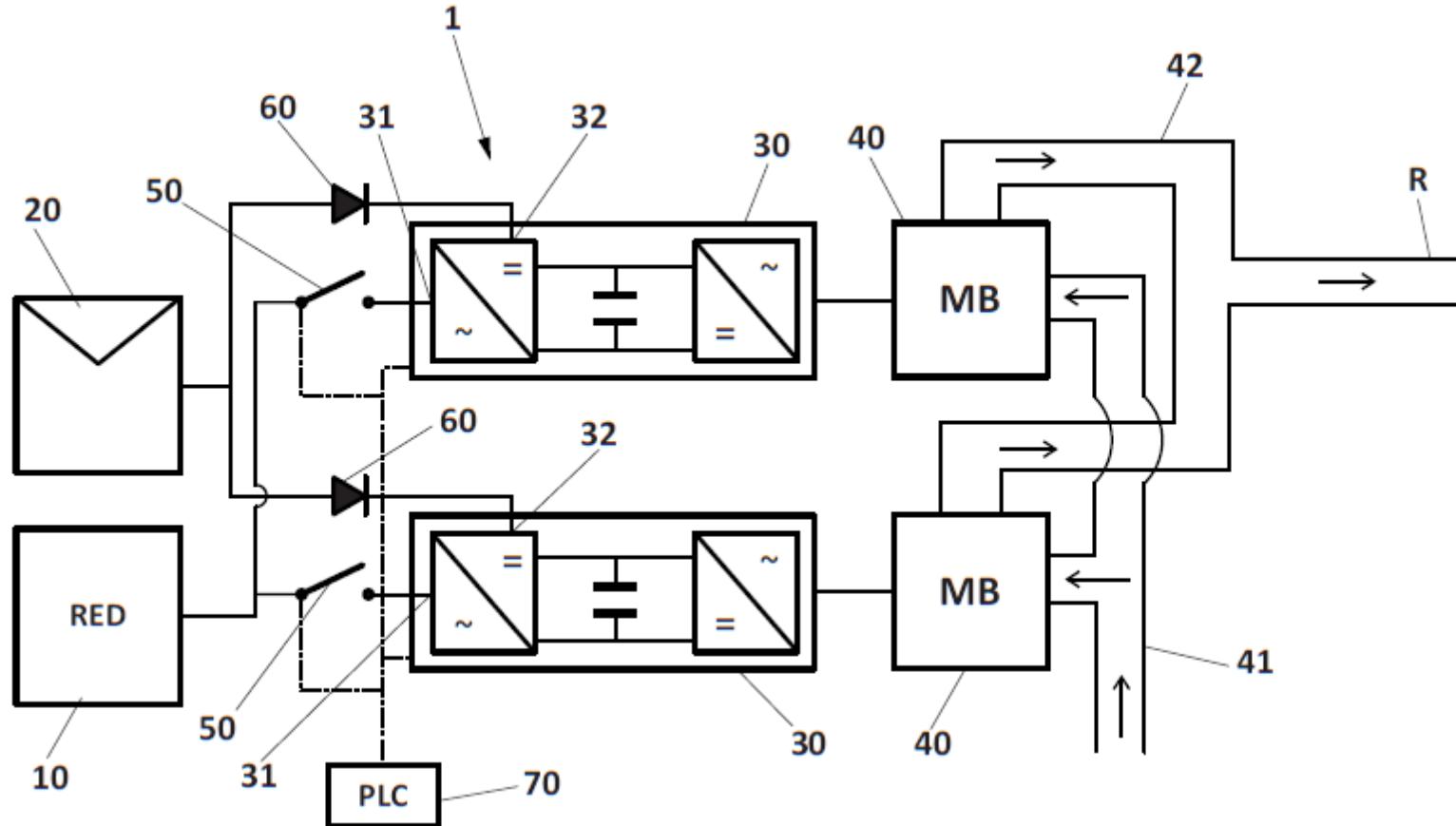
SISIFO es una herramienta de simulación que permite diseñar plantas FV conectadas a red, así como sistemas de riego FV, utilizando modelos y mostrando resultados orientados a asegurar su calidad y a incrementar su financiabilidad..



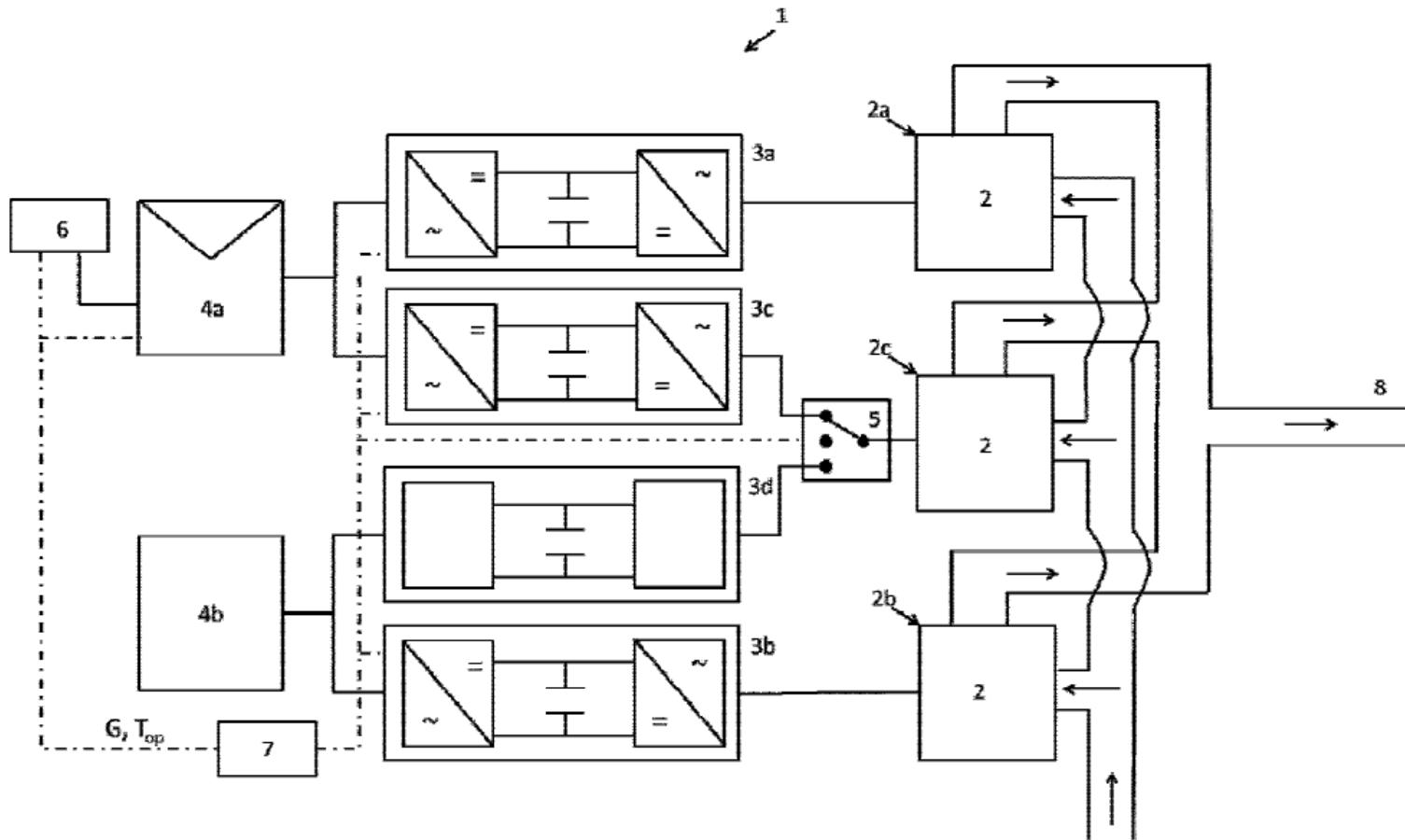
Procedure and control device for PV pumping systems



Electrically hybridized PV pumping irrigation systems



Hydraulically hybridized PV pumping irrigation systems





Thanks for your attention, for more information please visit:

www.maslowaten.eu

Para contactar con nosotros

WEB: www.maslowaten.eu

Twitter y Facebook: @maslowaten

