



**Esame di Stato – 15 giugno 2016**  
**Prima prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva le tecnologie utilizzate e gli aspetti tecnici dell'utilizzazione termica dell'energia solare.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato descriva i principi di funzionamento delle trasmissioni meccaniche.

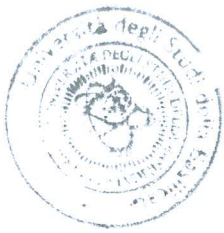
**Esame di Stato – 15 giugno 2016**  
**Prima prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva gli aspetti tecnici della conversione in energia elettrica dell'energia solare.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato illustri le tipologie dei componenti meccanici ad attrito approfondendo gli aspetti cinematici e dinamici.



**Esame di Stato – 15 giugno 2016**  
**Prima prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva le tecnologie utilizzate e gli aspetti tecnici dell'utilizzazione diretta dell'energia solare.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato descriva le tecniche di modellizzazione delle vibrazioni libere e forzate nei sistemi meccanici ad 1 grado di libertà in condizioni di regime lineare.

---

**Esame di Stato – 20 giugno 2016**  
**Seconda prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva gli aspetti tecnici, economici e normativi della produzione di energia elettrica da fonte eolica.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato descriva i principi di funzionamento e le applicazioni dei rotismi epicicloidali soffermandosi in particolare sui differenziali.

**Esame di Stato – 20 giugno 2016**  
**Seconda prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva il funzionamento di una giunzione elettrica di silicio per la conversione di energia solare in energia elettrica e ne discuta il circuito elettrico equivalente.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato descriva la metodologia di studio dei sistemi meccanici soggetti a vibrazioni forzate in regime lineare.

**Esame di Stato – 20 giugno 2016**  
**Seconda prova scritta sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Il candidato descriva gli aspetti tecnici ed economici della produzione di energia elettrica dalla radiazione solare.

**Meccanica Applicata alle Macchine**

Il candidato descriva le metodologie di studio cinematico e dinamico dei meccanismi piani.

**Esame di Stato – 20 luglio 2016**  
**Quarta prova scritta**  
**sez. A laurea magistrale**

**Energetica**

Per la realizzazione di un impianto fotovoltaico per uso domestico, per motivi legati alla ridotta superficie utile disponibile, si è deciso di utilizzare moduli al silicio monocristallino ad alta efficienza **X21-345**. Per quanto riguarda l'inverter, invece, per motivi commerciali la scelta fra due modelli le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella in basso. Nella situazione in esame, sarà possibile installare al massimo N.10 moduli fotovoltaici. Per una corretta progettazione dell'impianto è necessario valutare le prestazioni del modulo in condizioni ambientali vicine a quelle di reale funzionamento dell'impianto. Si chiede, pertanto, prima di tutto di effettuare una stima dei parametri elettrici nelle seguenti condizioni ambientali:

- Condizioni estive:  $G=1100 \text{ W/m}^2$  e  $T_a=32^\circ\text{C}$
- Condizioni invernali:  $G=600 \text{ W/m}^2$  e  $T_a=-5^\circ\text{C}$

Sulla base dei tali risultati, si determini una possibile configurazione dell'impianto. Si indichi, inoltre la scelta migliore per quanto riguarda l'inverter (criterio di prossimità entro il 10%) i cui dati sono riportati di seguito:

DATI INVERTER		
	INVERTER A	INVERTER B
Potenza nominale [VA]	3500	3000
Range MPPT [V]	[240,480]	[200,400]
Tensione massima Vdc [V]	650	600
Corrente massima Idc [A]	20	20

A seguito della progettazione dell'impianto, si è deciso di condurre una serie di misure sperimentali per verificare le prestazioni del modulo in esame. I risultati hanno mostrato che le prestazioni di targa sono inferiori ai dati dichiarati come riportato di seguito:

DATI STC STIMATI DALLE MISURE	
Pn [W]	317
Vm [V]	53.5
Im [A]	6
Voc [V]	65
Isc [A]	6.395

Si chiede di verificare se, con i "nuovi" dati di targa, la configurazione di impianto precedentemente determinata risulta ancora valida oppure se è necessario cambiare qualcosa.

Infine, partendo da un autoconsumo del 30%, si determini il valore dell'autoconsumo che porta il PBT a 7 anni.  
Si proceda a ricavare anche il VAN.

Valgono le seguenti ipotesi:

Potenza nominale impianto (stimata al punto precedente)  
T=20 anni (orizzonte temporale)  
Costo impianto: 2200 €/Kwp installato  
Costo annuo manutenzione: 2% del costo dell'impianto  
Tariffa acquisto energia dalla rete: 0,28 €/KWh  
Tariffa vendita energia alla rete: 0,07 €/KWh  
Autoconsumo iniziale 30%, Tasso di attualizzazione: 3%  
Producibilità annuale dell'impianto: 1300 KWh/KWp

Incentivazione in termini di detrazione fiscale pari al 50% del prezzo di acquisto dell'impianto. La detrazione è ripartita in 10 anni in quote uguali.

P.S. per quanto riguarda la potenza nominale dell'impianto, fare riferimento al valore ottenuto in base ai "nuovi" dati STC, stimati con le misure.



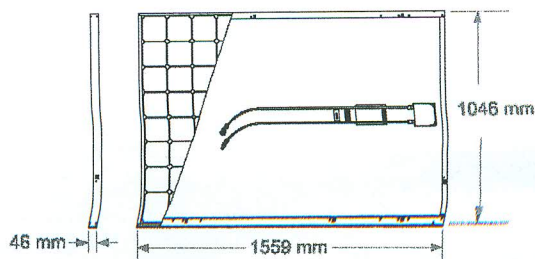
DATI ELETTRICI		
	X21-335-BLK	X21-345
Potenza nominale <sup>12</sup> (P <sub>nom</sub> )	335 W	345 W
Tolleranza di potenza	+5/-0%	+5/-0%
Efficienza media del modulo <sup>13</sup>	21,1%	21,5%
Tensione al punto di massima potenza (V <sub>mpp</sub> )	57,3 V	57,3 V
Corrente al punto di massima potenza (I <sub>mpp</sub> )	5,85 A	6,02 A
Tensione a circuito aperto (V <sub>oc</sub> )	67,9 V	68,2 V
Corrente di cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,23 A	6,39 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC & 600 V UL	
Corrente massima del fusibile	20 A	
Coef. temp. potenza	-0,30% / °C	
Coef. temp. tensione	-167,4 mV / °C	
Coef. temp. corrente	3,5 mA / °C	

#### RIFERIMENTI:

- Tutti i confronti sono effettuati tra SPR-X21-345 e un modulo convenzionale tipico: 240 W, circa 1,6 m<sup>2</sup>, 15% di efficienza.
- PVEvolution Labs "SunPower Shading Study", feb 2013.
- Solitamente l'8-10% di energia in più per watt, BEW/DNV Engineering, "SunPower Yield Report", gen 2013, con calcolo del coefficiente di temperatura da CFV Solar Test Lab Report #12063, gen 2013;
- 0,25%/anno di degradazione per SunPower rispetto a 1,0%/anno per i moduli convenzionali. Campeau, Z. et al. "SunPower Module Degradation Rate", SunPower white paper, feb 2013; Jordan, Dirk "SunPower Test Report", NREL, ott 2012.
- "SunPower Module 40-Year Useful Life", SunPower white paper, feb 2013. La vita utile è di 99 moduli su 100 in funzione a più del 70% della potenza nominale.
- Valore superiore rispetto a quello dei moduli della serie E, che hanno i valori più alti tra i 2600 moduli elencati in Photon International, feb 2012.
- L'8% di energia in più rispetto alla media delle prime 10 aziende produttrici di moduli testate nel 2012 (151 moduli, 102 aziende), Photon International, marzo 2013.
- In confronto ai primi 15 produttori. SunPower Warranty Review, feb 2013.
- Potrebbero essere applicate dalle esclusioni. Consultare la garanzia per ulteriori informazioni.
- La serie X come la serie E, 5 degli 8 principali produttori di moduli sono stati testati da Fraunhofer ISE, "PV Module Durability Initiative Public Report", feb 2013.
- Rispetto al modulo di controllo non sottoposto a stress. Sono state testate sia la serie X sia la serie E, Atlas 25+ Durability test report, feb 2013.
- Condizioni di prova standard (irradianza 1000 W/m<sup>2</sup>, AM 1,5, 25 °C)
- In base alla media dei valori di potenza misurati durante la produzione.

CONDIZIONI OPERATIVE E DATI MECCANICI	
Temperatura	-40°C to +85°C
Carico massimo	Vento: 2400 Pa, 245 kg/m <sup>2</sup> fronte e retro Neve: 5400 Pa, 550 kg/m <sup>2</sup> fronte
Resistenza all'impatto	Grandine del diametro di 25 mm a una velocità di 23 m/s
Aspetto	Classe A+
Celle solari	96 celle monocristalline Moxeon di III generazione
Vetro	Vetro temperato ad alta trasmissione
Scatola di giunzione	IP-65
Connettori	MCA
Telaio	Nero anodizzato classe 1, massima classificazione AAMA
Peso	18,6 kg

TEST E CERTIFICAZIONI	
Test standard	IEC 61215, IEC 61730, UL 1703
Test di qualità	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
Conformità EHS	RoHS, OHSAS 18001:2007, senza piombo, PV Cycle
Test dell'ammoniaca	IEC 62716
Test di resistenza all'acqua salata	IEC 61701 (livello massimo superato)
Test PID	Assenza di degradazione indotta dalla tensione: 1000 V <sup>10</sup>
Catalogazioni disponibili	TUV, MCS, UL, CEC



## Meccanica Applicata alle Macchine

Nel sistema riportato in Figura 1, in scala, il corpo 5 ha velocità costante rivolta verso l'alto. Sul corsoio 5 è applicata una forza diretta come in figura di modulo costante  $F = 50 \text{ N}$ . Dopo aver individuato il centro di istantanea rotazione del corpo 4 e trascurando gli attriti in tutti gli accoppiamenti e le inerzie dei corpi, si calcolino:

1. La componente lungo z della velocità angolare del corpo 3.
2. La componente lungo z della velocità angolare del corpo 1.
3. La componente lungo z della accelerazione angolare del corpo 3.
4. La componente lungo z della accelerazione angolare del corpo 1.
5. La componente lungo z della coppia  $C_1$  da applicare al corpo 1 per l'equilibrio del sistema.
6. La reazione del vincolo B (modulo e componenti lungo x e y)

**Dati:**  $AD=ED= 50 \text{ cm}$ ;  $OE= 40 \text{ cm}$ ;  $BD= 110 \text{ cm}$ ;  $v_5= 1 \text{ m/s}$ ;  $F=50 \text{ N}$ .

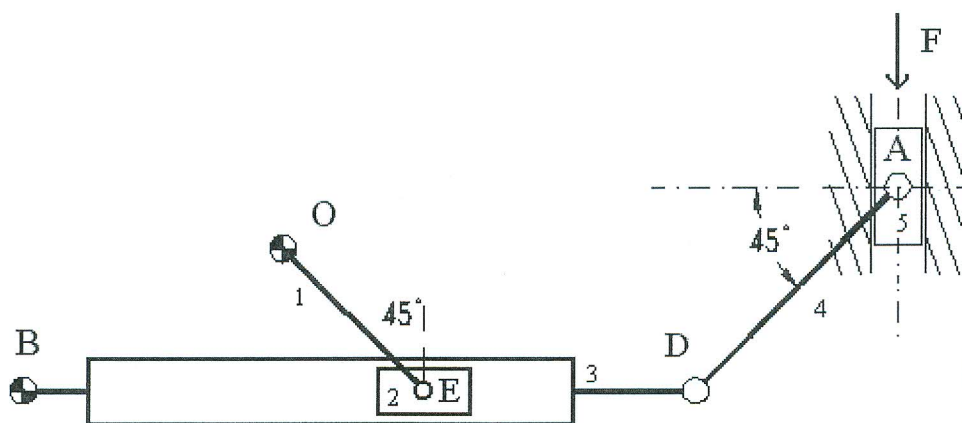


Fig. 1

RISPOSTE

Quesito 1	$\omega_{3z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$
Quesito 2	$\omega_{1z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$
Quesito 3	$\dot{\omega}_{3z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}^2$
Quesito 4	$\dot{\omega}_{1z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}^2$
Quesito 5	$C_{1z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm}$
Quesito 6	$ R_B  = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}, R_{Bx} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}, R_{By} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

## Meccanica Applicata alle Macchine

Nel sistema in scala riportato in Figura 1, posto in un piano verticale, il corpo 1 ha velocità angolare oraria e costante di componente lungo z pari a  $\omega_{z1}$ . Sull'estremità del corpo 3 si trova una massa M considerata puntiforme. Dopo aver individuato il centro di istantanea rotazione del membro 4 e, trascurando gli attriti in tutti gli accoppiamenti, si calcolino:

1. Il modulo della velocità del punto del punto E inteso appartenente al corpo 4.
2. La componente lungo z della velocità angolare del corpo 4.
3. La componente lungo z della velocità angolare del corpo 3.
4. La componente lungo z della accelerazione angolare del corpo 3.
5. La componente lungo z della coppia  $C_1$  da applicare al corpo 1 per l'equilibrio del sistema.
6. La reazione del vincolo D (modulo e componenti lungo x e y)

**Dati:**  $AB=BE=DC=CB= 20 \text{ cm}$ ;  $DM = 35 \text{ cm}$ ;  $\omega_1=10 \text{ rad/s}$ ;  $M = 50 \text{ kg}$ .

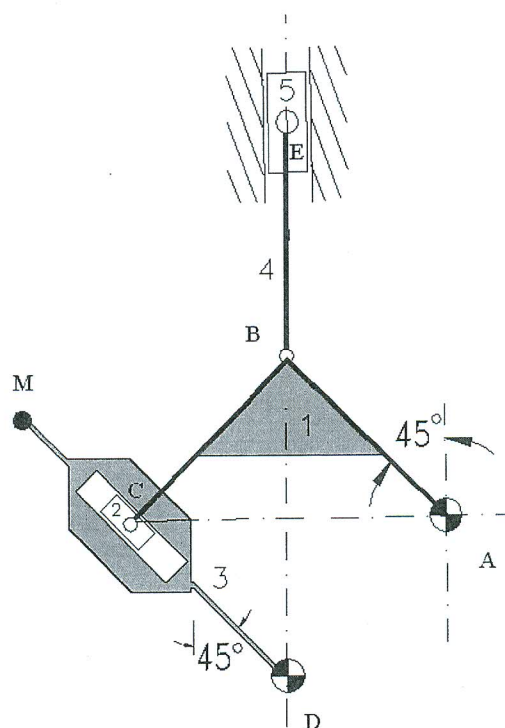


Fig. 1

### RISPOSTE

Quesito 1	$ v(E)  = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$
Quesito 2	$\omega_{4z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$
Quesito 3	$\omega_{3z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}$
Quesito 4	$\dot{\omega}_{3z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad/s}^2$
Quesito 5	$C_{1z} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Nm}$
Quesito 6	$ R_D  = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}, R_{Dx} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}, R_{Dy} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N}$

