

Université François-Rabelais de Tours

Institut Universitaire de Technologie de Tours

Département Génie Électrique et Informatique Industrielle

Études et Réalisation Génie Électrique



Brault Mathieu
Rodrigues Alexandre
2^{ème} Année-Q2
Promotion 2007/2008

Enseignant :
M. Thierry LEQUEU

Université François-Rabelais de Tours

Institut Universitaire de Technologie de Tours

Département Génie Électrique et Informatique Industrielle

Chargeur de batterie solaire

Brault Mathieu
Rodrigues Alexandre
2^{ème} Année-Q2
Promotion 2007/2008

Enseignant :
M. Thierry LEQUEU

Sommaire

Introduction :	4
1.Présentation du sujet :	5
1.1.Schéma de principe :	5
1.2.Cahier des charges :	5
2.Fonctionnement de notre chargeur :	6
2.1.Schéma du montage :	6
2.2.Analyse du montage :	6
3.Résultat du test, protocole du test :.....	8
3.1.Objectif du test :	8
3.2.Schéma de mesure :.....	8
3.3.Préparation du test :	8
3.4.Procédure de test :	8
3.5.Critères d'évaluation :.....	9
3.6.Résultat du test :	9
3.7.Compte-rendu :	9
4.Mise en œuvre du projet :	10
4.1.Planning :	10
4.2.Coût de la Réalisation :	11
4.3.Suivi de projet :	11
Bilan :	13

Introduction :

Dans le cadre des travaux pratiques d'étude et réalisation, nous devons concevoir un projet technique pour mettre nos compétences en pratique.

Le projet que nous avons choisi est la réalisation d'un chargeur de batterie (du kart), alimenté à partir d'un panneau solaire ou d'une autre batterie (de voiture).

La recharge des batteries de kart à l'aide d'un panneau solaire (cellules photovoltaïques), permettra de faire de la charge « d'appoint », le temps de chargement complet d'une batterie à l'aide du panneau solaire étant très long. L'intérêt de l'énergie solaire est que celle ci est inépuisable, gratuite mais son principal inconvénient est le faible rendement des cellules photovoltaïques.

Dans une première partie, nous allons faire la description de notre cahier des charges. Puis dans une deuxième partie, nous ferons l'étude du fonctionnement de notre carte. Ensuite dans une troisième partie nous verrons les résultats obtenus lors de nos tests et les différentes contraintes rencontrées lors de ces tests. Pour conclure, nous comparerons le planning prévisionnel et le réel ainsi que la nomenclature et le coût des composants mis en jeu dans notre carte.

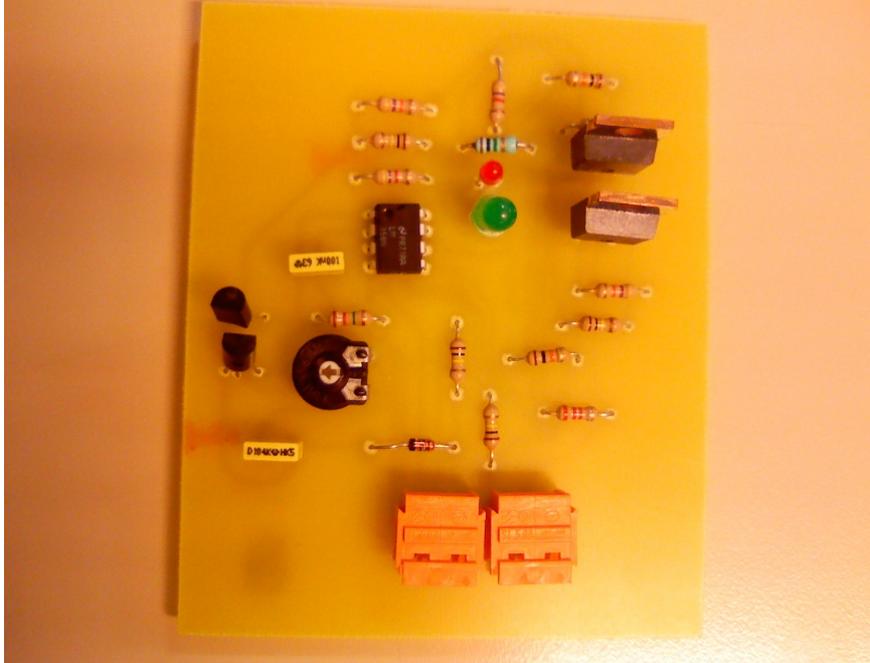


Illustration 1: carte du chargeur de batterie solaire

1. Présentation du sujet :

1.1. Schéma de principe :

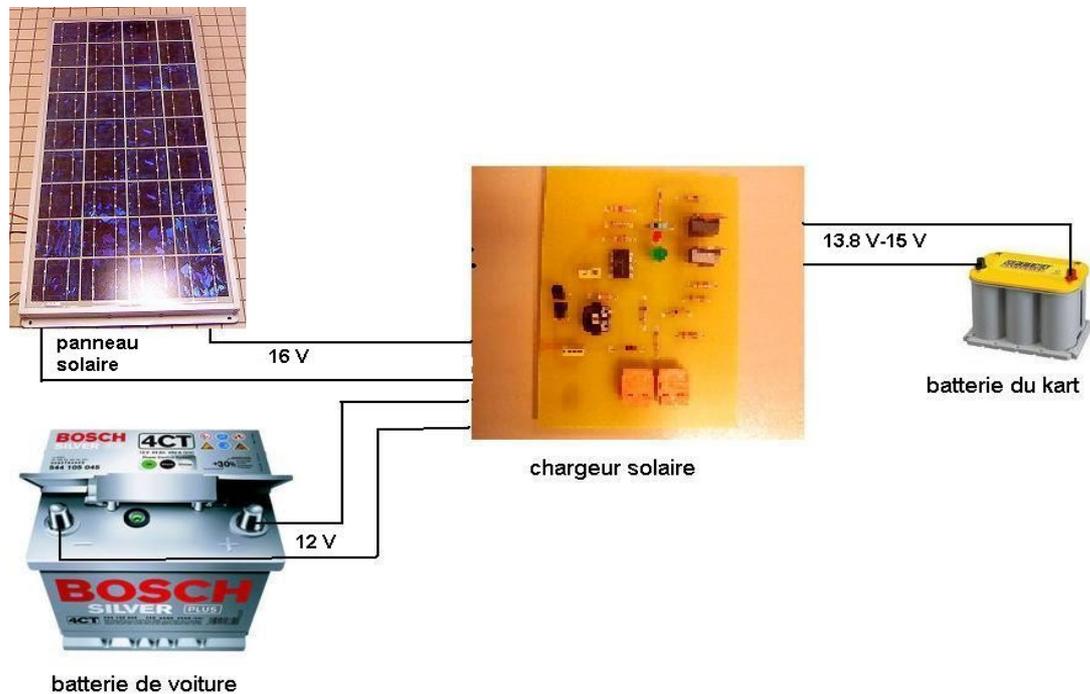


Illustration 2: schéma de principe

1.2. Cahier des charges :

Pour la réalisation de notre chargeur de batterie alimenté à partir d'un panneau solaire ou d'une autre batterie (de voiture), nous disposons comme matériel de :

- une batterie de voiture de 12 V,
- un panneau solaire photo watt PW500 (50 W),
- une batterie de kart OPTIMA YellowTOP R 3,7.

Notre chargeur doit cependant posséder ces caractéristiques :

- La tension d'entrée entre 10-12 V et 16 V car selon si l'on se branche soit sur la batterie de voiture qui a une tension de sortie de 10-12 V, ou si l'on se branche sur le panneau solaire de 50 W qui possède un tension de sortie de 16 V.
- un courant d' entrée et de sortie compris dans une plage de 2A à 10A.

Ce chargeur doit extraire un maximum de la puissance du panneau solaire afin de charger la batterie du kart dans un temps le plus court possible. Notre chargeur doit donc consommer le moins de puissance possible (très bon rendement). Après quelque recherches seulement deux types de chargeurs répondent à ces caractéristiques : les chargeurs à

découpages ainsi que les régulateurs de types switch . Notre choix s'est porté sur le deuxième type, car avec ce type de montage offre un rendement quasi équivalent à celui d'un chargeur à découpage tout en permettant de ne pas décharger la batterie en fin de charge. L'inconvénient est que la tension de sortie est équivalente à la tension d'entrée. La tension d'entrée devra donc être la plus constante possible (tension de sortie du panneau solaire entre 13 et 18V, celle de la batterie entre 11 et 14V).

2. Fonctionnement de notre chargeur :

2.1. Schéma du montage :

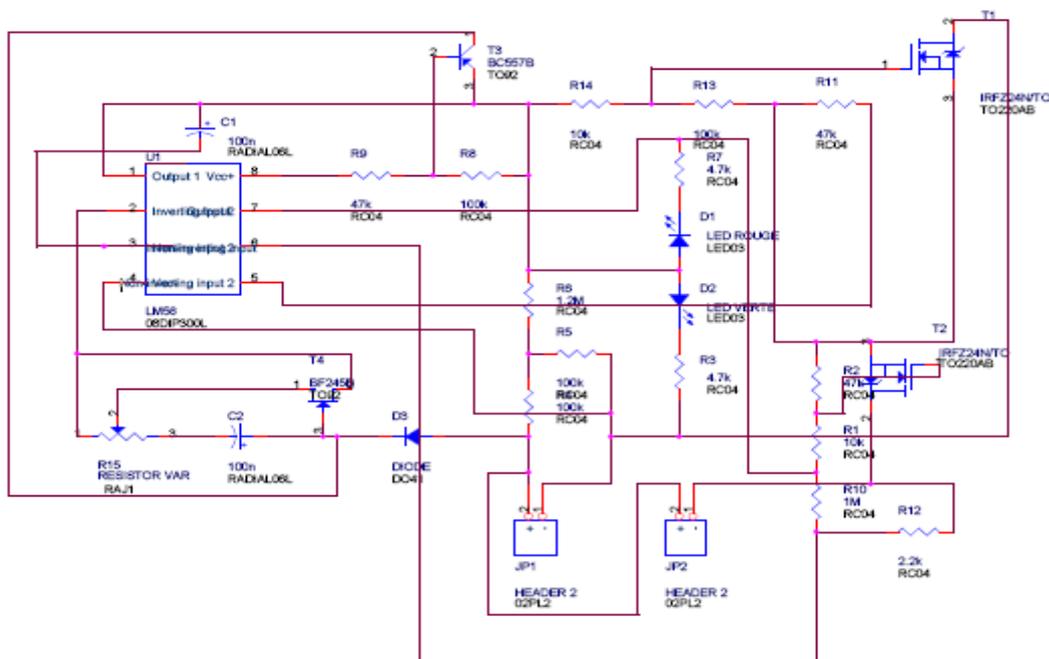


Illustration 3: schéma du montage

2.2. Analyse du montage :

Le chargeur que nous avons réalisé, permet de régulariser la tension de sortie du panneau solaire et de ne pas décharger la batterie du kart lorsque celle-ci est complètement chargée. Les rôles des composants utilisés dans ce chargeur sont :

- les deux MOSFET de puissance IRFZ24N :

Ce sont des interrupteurs électroniques dont le blocage ou l'amorçage sont commandés par une tension (Ils se comportent comme des portes que l'on peut ouvrir ou fermer à volonté). Ce sont les plus utilisés dans le domaine des faibles et moyennes puissances (quelques kilowatts).

Leur domaine d'utilisation est limité à quelques centaines de volts, excepté le domaine des fréquences élevées pour lesquelles le MOSFET surclasse tous les autres composants[1].

Dans notre montage ils servent à transmettre la puissance, ils se bloquent si la tension de sortie est supérieure à la tension d'entrée.

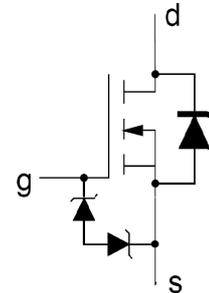
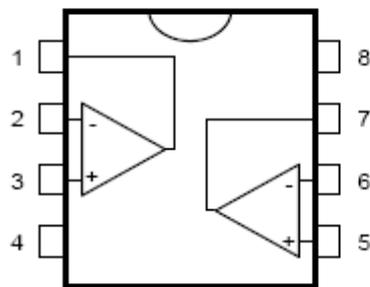


Illustration 4: schéma d'un MOSFET[2]

- Le LM358 :



- 1 - Output 1
- 2 - Inverting input
- 3 - Non-inverting input
- 4 - V_{CC}^-
- 5 - Non-inverting input 2
- 6 - Inverting input 2
- 7 - Output 2
- 8 - V_{CC}^+

Illustration 5: schéma du LM358[3]

Il est constitué de deux amplificateurs, c'est donc un double amplificateur.

- Le BF245B est un transistor JFET à canal n, qui a les mêmes caractéristiques qu'un transistor MOFSET à ceci près que la tension de seuil U_{th} est négative. Lorsque la tension grille-source est nulle, la conduction du canal est maximale. Pour bloquer le transistor il faut appliquer une tension U_{gs} négative.
- Le BC557B est un transistor PNP :

Le transistor est bloqué lorsque ses deux jonctions sont en polarisation inverse .

Le transistor est en fonctionnement normal direct lorsque la jonction de commande BE est en polarisation directe et que la jonction BC est en polarisation inverse.

Le transistor est en fonctionnement normal inverse lorsque la jonction de commande BE est en polarisation inverse et que la jonction BC est en polarisation directe.

Le transistor est saturé lorsque ses deux jonctions sont en polarisation directe .

- La diode est là pour protéger le double comparateur, en cas d'inversion lors du branchement du + et du - au niveau du panneau solaire.

- La LED rouge est là pour nous indiquer lorsque la batterie est en charge.
- La LED verte nous indique que la batterie du kart est totalement rechargée.

3. Résultat du test, protocole du test :

3.1. Objectif du test :

Il s'agit de vérifier de le bon fonctionnement de notre carte en comparant les résultats obtenus avec le prototype industriel avec ceux de notre carte, on doit obtenir le même rendement. On visualisera aussi la caractéristique de sortie $V_s=f(I_s)$ pour voir quel courant peut supporter notre carte.

3.2. Schéma de mesure :

Pour simuler la batterie on a utilisé le montage suivant :

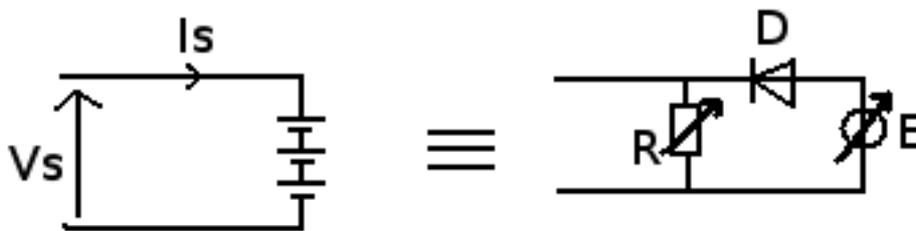


Illustration 6: schéma de mesure

Caractéristiques des éléments du montage :

- Une diode supportant un courant de 10 ampères.
- Une résistance de 0 à 15 ohm variable d'un puissance de 50 Watts.
- Un générateur 0-30 Volts, 0-5 Ampères.

3.3. Préparation du test :

- On a vérifié que la diode fonctionne,
- On a vérifié que l'alimentation variable nous délivrait bien les tensions que nous avons besoin, soit 15V, 20V et 24V.

3.4. Procédure de test :

- Appareils de mesure nécessaires : un voltmètre, un ampèremètre et un oscilloscope.
- On applique une tension variable en entrée (15V, 20V et 24V).
- On fait varier la résistance pour obtenir la courbe $V_s=f(I_s)$.

3.5. Critères d'évaluation :

Il faut que l'on retrouve le même rendement avec notre carte qu'avec celle industrielle. Notre carte doit pouvoir supporter un courant de 4A maximum en sortie.

3.6. Résultat du test :

Carte Industrielle

Ve	15	15	15	15	20	20	20	20	24	24	24	24
Ie	3,88	4,86	4	3	3,98	5	3	3,5	4	5	3,5	3
Vs	14,5	14,34	14,5	14,7	19,48	19,28	19,64	19,56	23,5	23,3	23,6	23,6
Is	3,6	4,5	3,71	2,79	3,69	4,61	2,77	3,26	3,7	4,66	3,24	2,78
Pe	58,2	72,9	60	45	79,6	100	60	70	96	120	84	72
Ps	52,2	64,53	53	41,01	71,8	88,8	54,4	63,16	86,95	108,57	76,46	65,6
Rendement	89,6	88,5	88,3	91,1	90,2	88,8	90,66	91,08	90,57	90,4	91	91,1

Carte réalisé

Ve	15	15	15	15	20	20	20	20	24	24	24	24
Ie	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5	3	3,5	4	5
Vs	14,6	14,6	14,5	14,4	19,8	19,7	19,6	19,4	23,8	23,7	23,6	23,5
Is	2,79	3,29	3,71	4,65	2,79	3,25	3,72	4,63	2,78	3,24	3,71	4,65
Pe	45	52,5	60	75	60	70	80	100	72	84	96	120
Ps	40,73	48,63	53,79	66,96	55,24	64,02	72,91	89,82	66,16	76,78	87,55	109,2
Rendement	89,1	92,6	89,6	89,2	92	91,4	91,1	89,8	91,8	91,4	91	91

Illustration 7: tableau de résultat

3.7. Compte-rendu :

Notre carte a un rendement de 90% tout comme le prototype industriel et elle peut supporter un courant de sortie de 5A, cela permettra de recharger la batterie du kart plus rapidement.

4. Mise en œuvre du projet :

4.1. Planning :

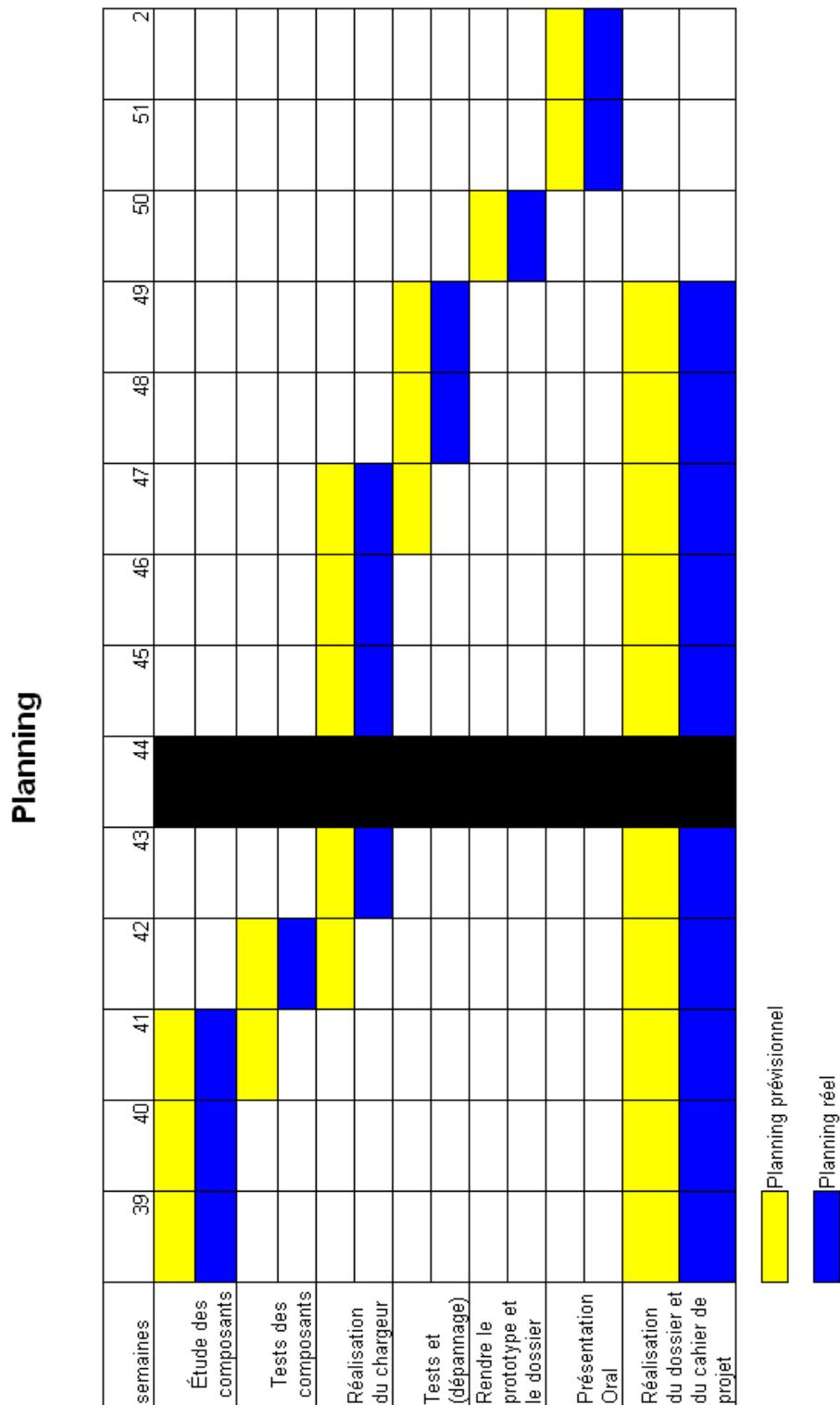


Illustration 8: planning

4.2. Coût de la Réalisation :

Régulateur Solaire industrielle	Quantité	P.U.	15,00 €	15,00 €
---------------------------------	----------	------	---------	---------

Condensateur	100nF			2	0,24 €	0,48 €
Mofset de puissance				2	1,02 €	2,04 €
Leds de couleur				2	0,15 €	0,30 €
Diode				1	0,01 €	0,01 €
Header				2	1,04 €	2,08 €
BF245B				1	3,04 €	3,04 €
BC557B				1	0,12 €	0,12 €
Résistances				14	0,21 €	2,94 €
Résistance variable				1	0,50 €	0,50 €
LM358				1	0,30 €	0,30 €
TOTAL						11,81 €

Illustration 9: Nomenclature

4.3. Suivi de projet :

- Semaine 39 : On a pris connaissance du sujet et du cahier des charges. On a défini ce que l'on allait réaliser et on a commencé les recherches.
- Semaine 40 : On a étudié les caractéristiques du panneau solaire 50W de l'IUT qui nous permis de connaître la puissance qu'il pouvait fournir. Puis on a étudié celles de la batterie du kart, ainsi que les caractéristiques d'une batterie de voiture.
- Semaine 41 : Grâce à nos recherches, on a trouvé sur internet (www.conrad.fr) un chargeur de batterie solaire à 15€ pouvant supporter 4 ampères, on l'a donc commandé.
- Semaine 42 : On a réalisé des tests sur le panneau solaire pour voir quelle puissance exactement il pouvait fournir.
- Semaine 43 : Nous avons reçu une formation au logiciel de routage du typon Orcard Layout par Thierry Lequeu. On a reçu le chargeur de batterie solaire que nous avions commandé et on s'est aperçu que le typon fourni sur internet avec la notice du chargeur ne correspondait pas avec le prototype que nous avions.

- Semaine 45 : Nous avons commencé à faire le typon de notre chargeur de batterie solaire à l'aide du logiciel Orcad Layout.
- Semaine 46 : On a rencontré quelques soucis avec Orcad, on a donc pris un peu de retard mais on a fini notre typon puis nous l'avons gravé.
- Semaine 47 : On a percé et soudé les composants sur notre carte.
- Semaine 48: On a réalisé des teste sur notre carte et celle-ci fonctionne avec le même rendement que le prototype industriel.
- Semaine 49 : On sait aperçu que nos diodes ne fonctionnent qu'avec un fort courant lors de nos tests sur la carte.
- Semaine 50 : On a terminé la rédaction de notre projet.

Bilan :

Dans le cadre des travaux pratique d'étude et réalisation, nous avons réalisé un chargeur de batterie solaire.

Pour réaliser ce chargeur nous avons effectué des recherches sur internet afin de trouver un montage répondant à notre cahier des charges. Nous avons ensuite commencé la réalisation de notre carte sur le logiciel Orcad Layout, puis nous avons soudé les composants et réalisé des tests sur notre carte. Ces tests se sont avérés concluants.

Lors de ce projet nous avons pu mettre en pratique nos connaissances techniques, ainsi que de réaliser un projet avec son cahier des charges qui nous sera utile lors de notre stage en semestre 4.

Index des illustrations

Illustration 1: carte du chargeur de batterie solaire.....	4
Illustration 2: schéma de principe.....	5
Illustration 3: schéma du montage.....	6
Illustration 4: schéma d'un MOSFET.....	7
Illustration 5: schéma du LM358.....	7
Illustration 6: schéma de mesure.....	8
Illustration 7: tableau de résultat.....	9
Illustration 8: planning.....	10
Illustration 9: Nomenclature.....	11

Bibliographie

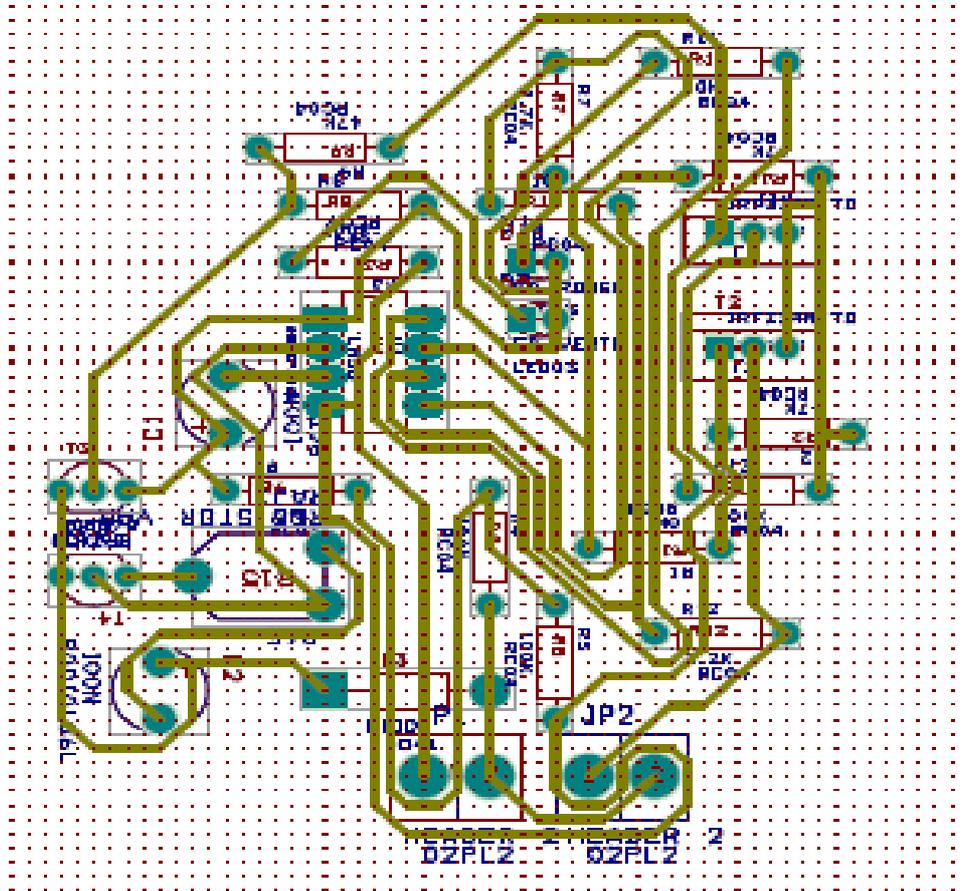
[1], "mosfet", [En ligne]. <http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectronique_de_puissance> (Page consultée le 03/12/2007).

[2], "IRFZ24N", [En ligne]. <http://www.ortodoxism.ro/datasheets/philips/IRFZ24N_1.pdf> (Page consultée le 19/11/2007).

[3], "LM358", [En ligne]. <<http://www.st.com/stonline/books/pdf/docs/2163.pdf>> (Page consultée le 19/11/2007).

Annexes

annexe 1 : schéma sous capture.....	17
annexe 2 : nomenclature.....	17
annexe 3 : typon.....	18
annexe 4 : datasheet du BC557B.....	19
annexe 5 : datasheet du BF245B.....	23
annexe 6 : datasheet du LM358.....	25
annexe 7 : datasheet du IRFZ24N.....	29
annexe 8 : caractéristique du panneau solaire.....	31
annexe 9 : caractéristique de la batterie OPTIMA.....	33



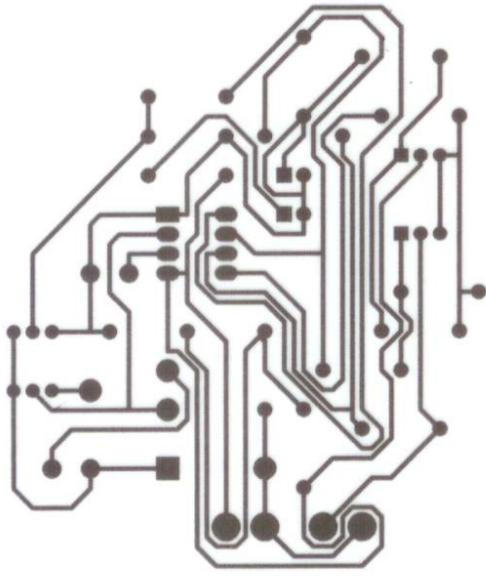
annexe 1 : schéma sous capture

10: Bill Of Materials October 22, 2007 9:19:55 Page1

11:

12: Item	Quantity	Reference	Part
13:			
14:			
15: 1	2	C2,C1	100n
16: 2	2	D1,D2	IRFZ24M/TO
17: 3	1	D4	LED ROUGE
18: 4	1	D5	LED VERTE
19: 5	1	D6	DIODE
20: 6	2	JP2,JP1	HEADER 2
21: 7	1	Q1	BF245B
22: 8	1	Q2	BC557B
23: 9	2	R1,R14	10k
24: 10	3	R2,R9,R11	47k
25: 11	2	R7,R3	4.7k
26: 12	4	R4,R5,R8,R13	100k
27: 13	1	R6	1.2M
28: 14	1	R10	1M
29: 15	1	R12	2.2k
30: 16	1	R15	RESISTOR VAR
31: 17	1	U1	LM56
32:			

annexe 2 : nomenclature



Thierry LEQUEU

annexe 3 : typon



Micro Commercial Components
 21201 Itasca Street Chatsworth
 CA 91311
 Phone: (818) 701-4933
 Fax: (818) 701-4939

**BC556,B
 BC557,A,B,C
 BC558,B**

**PNP Silicon
 Amplifier Transistor
 625mW**

Features

- Through Hole Package
- 150°C Junction Temperature

Pin Configuration
 Bottom View

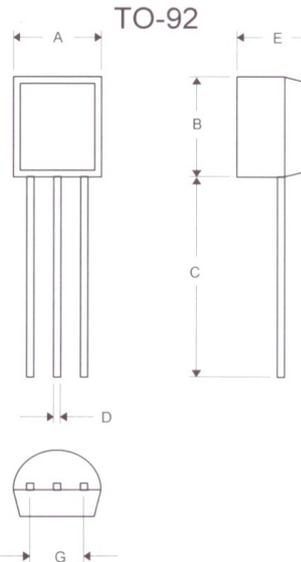


Mechanical Data

- Case: TO-92, Molded Plastic
- Polarity: indicated as above.

Maximum Ratings @ 25°C Unless Otherwise Specified

Charateristic	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	BC556	-65	V
	BC557	-45	
	BC558	-30	
Collector-Base Voltage	BC556	-80	V
	BC557	-50	
	BC558	-30	
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	-5.0	V
Collector Current(DC)	I_C	-100	mA
Power Dissipation@ $T_A=25^\circ\text{C}$	P_d	625	mW
Power Dissipation@ $T_C=25^\circ\text{C}$	P_d	5.0	mW/°C
		1.5	W
Thermal Resistance, Junction to Ambient Air	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
		83.3	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W
Operating & Storage Temperature	T_P, T_{STG}	-55~150	°C



DIM	DIMENSIONS				NOTE
	INCHES		MM		
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	.175	.185	4.45	4.70	
B	.175	.185	4.46	4.70	
C	.500	---	12.7	---	
D	.016	.020	0.41	0.63	
E	.135	.145	3.43	3.68	
G	.095	.105	2.42	2.67	

BC556 thru BC558B



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	
OFF CHARACTERISTICS						
Collector–Emitter Breakdown Voltage (I _C = -2.0 mA _{dc} , I _B = 0)	BC556 BC557 BC558	V _{(BR)CEO}	-65 -45 -30	— — —	— — —	V
Collector–Base Breakdown Voltage (I _C = -100 μA _{dc})	BC556 BC557 BC558	V _{(BR)CBO}	-80 -50 -30	— — —	— — —	V
Emitter–Base Breakdown Voltage (I _E = -100 μA _{dc} , I _C = 0)	BC556 BC557 BC558	V _{(BR)EBO}	-5.0 -5.0 -5.0	— — —	— — —	V

ON CHARACTERISTICS

DC Current Gain (I _C = -10 μA _{dc} , V _{CE} = -5.0 V)	BC557A BC556B/557B/558B BC557C	h _{FE}	— — —	90 150 270	— — —	—
(I _C = -2.0 mA _{dc} , V _{CE} = -5.0 V)	BC556 BC557 BC558 BC557A BC556B/557B/558B BC557C		120 120 120 120 180 420	— — — 170 290 500	500 800 800 220 460 800	—
(I _C = -100 mA _{dc} , V _{CE} = -5.0 V)	BC557A BC556B/557B/558B BC557C		— — —	120 180 300	— — —	—
Collector–Emitter Saturation Voltage (I _C = -100mA _{dc} , I _B = -5.0 mA _{dc})		V _{CE(sat)}	—	—	-0.3	V
Base–Emitter Saturation Voltage (I _C = -100 mA _{dc} , I _B = -5.0mA _{dc})		V _{BE(sat)}	—	—	-1.0	V
Base–Emitter On Voltage (I _C = -2.0 mA _{dc} , V _{CE} = -5.0 V _{dc}) (I _C = -10 mA _{dc} , V _{CE} = -5.0 V _{dc})		V _{BE(on)}	-0.55 —	-0.62 -0.7	-0.7 -0.82	V

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain — Bandwidth Product (I _C = -10 mA, V _{CE} = -5.0 V, f = 100 MHz)	BC556 BC557 BC558	f _T	— — —	280 320 360	— — —	MHz
Output Capacitance (V _{CB} = -10 V, I _C = 0, f = 1.0 MHz)		C _{ob}	—	3.0	6.0	pF

BC557/BC558

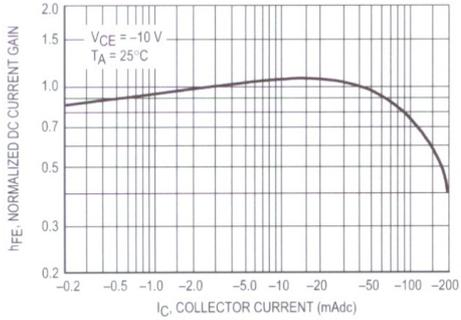


Figure 1. Normalized DC Current Gain

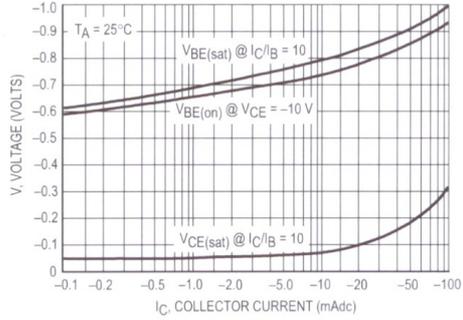


Figure 2. "Saturation" and "On" Voltages

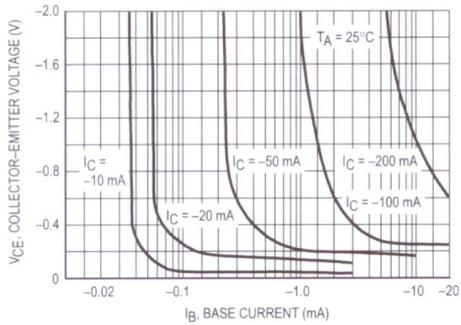


Figure 3. Collector Saturation Region

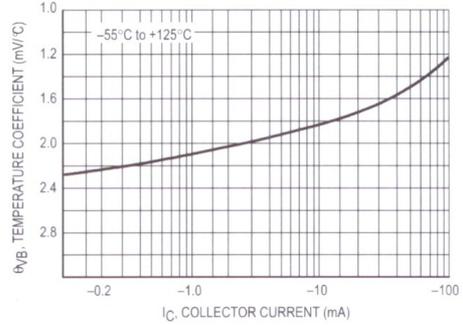


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

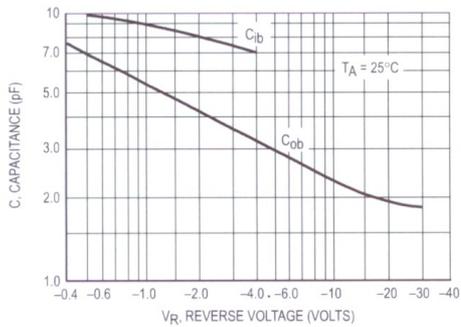


Figure 5. Capacitances



Figure 6. Current-Gain - Bandwidth Product

BC556 thru BC558B



BC556

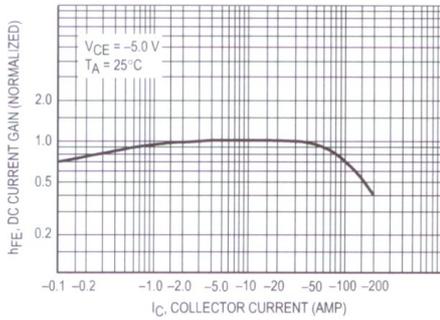


Figure 7. DC Current Gain

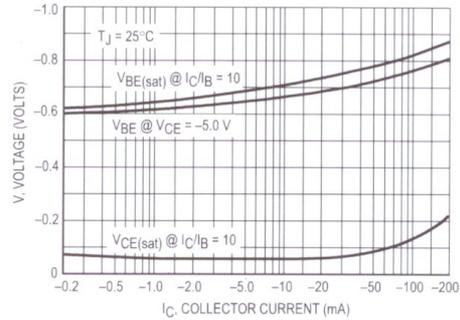


Figure 8. "On" Voltage

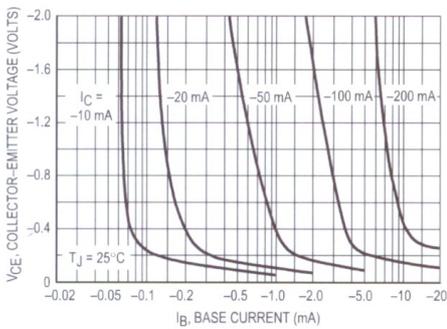


Figure 9. Collector Saturation Region

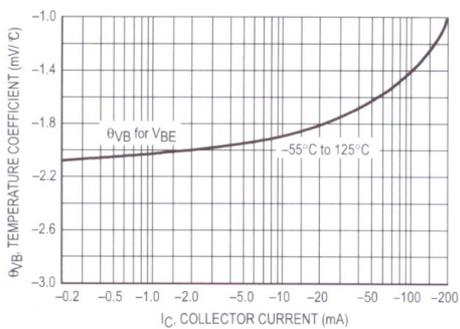


Figure 10. Base-Emitter Temperature Coefficient

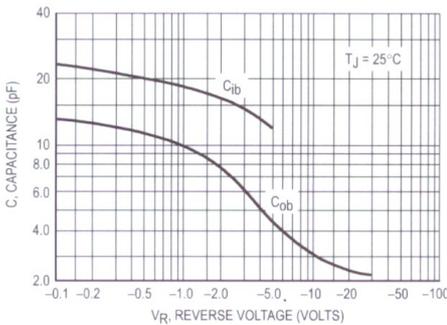


Figure 11. Capacitance

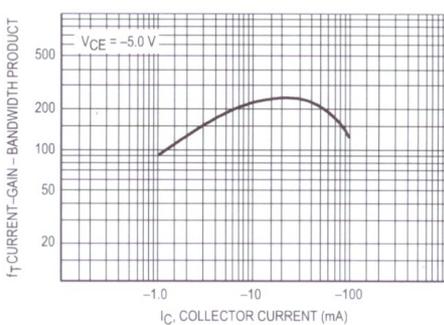


Figure 12. Current-Gain - Bandwidth Product

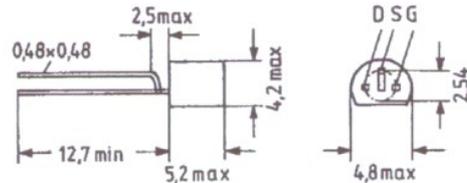
N-Channel Junction Field-Effect Transistors

BF 245 A
BF 245 B
BF 245 C

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT 57 D.

BF 245 A, B, and C are N-channel junction field-effect transistors in plastic package similar to TO 92 (10 A 3 DIN 41868). They are particularly suitable for use in dc, AF and RF amplifiers.

Type	Ordering code
BF 245	Q62702-F236
BF 245 A	Q62702-F209
BF 245 B	Q62702-F182
BF 245 C	Q62702-F205



Approx. weight 0.25 g

Dimensions in mm

Maximum ratings

Drain-source voltage
 Drain-gate voltage ($I_S = 0$)
 Gate-source voltage ($I_D = 0$)
 Drain current
 Gate current
 Junction temperature
 Storage temperature range
 Total power dissipation ($T_{amb} \leq 75^\circ\text{C}$)¹⁾

$\pm V_{DS}$	30	V
$+V_{DG}$	30	V
$-V_{GS}$	30	V
I_D	25	mA
I_G	10	mA
T_j	150	°C
T_{stg}	-65 to +150	°C
P_{tot}	300	mW

Thermal resistance

Junction to ambient air

R_{thJA}	≤ 250	(K/W ¹⁾)
------------	------------	----------------------

T-31-25

BF 245 A
 BF 245 B
 BF 245 C

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

Static characteristics ($T_j = 25^\circ\text{C}$)

Gate cutoff current ($-V_{GS} = 20\text{ V}, V_{DS} = 0$)	$-I_{GS\text{ S}}$	≤ 5	nA
($-V_{GS} = 20\text{ V}, V_{DS} = 0, T_j = 125^\circ\text{C}$)	$-I_{GS\text{ S}}$	≤ 500	nA
Gate-source breakdown voltage ($-I_G = 1\ \mu\text{A}, V_{DS} = 0$)	$-V_{(BR)GS\text{ S}}$	≥ 30	V
Drain-source short-circuit current ($V_{DS} = 15\text{ V}, V_{GS} = 0$)	BF 245 A: $I_{DS\text{ S}}$	2.0 to 6.5	$\text{mA}^{2)}$
	BF 245 B: $I_{DS\text{ S}}$	6 to 15	mA
	BF 245 C: $I_{DS\text{ S}}$	12 to 25	mA
Gate-source voltage ($V_{DS} = 15\text{ V}, I_D = 200\ \mu\text{A}$)	BF 245 A: $-V_{GS}$	0.4 to 2.2	$\text{V}^{2)}$
	BF 245 B: $-V_{GS}$	1.6 to 3.8	V
	BF 245 C: $-V_{GS}$	3.2 to 7.5	V
Gate-source pinch-off voltage ($V_{DS} = 15\text{ V}, I_D = 10\text{ nA}$)	$-V_P$	0.5 to 8.0	V

Dynamic characteristics ($T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$)

Four-pole characteristics ($V_{DS} = 15\text{ V}, V_{GS} = 0, f = 1\text{ kHz}$)	$ y_{21s} $	3.0 to 6.5	mS
	$ y_{22s} $	25	μS
($V_{DS} = 15\text{ V}, V_{GS} = 0, f = 200\text{ MHz}$)	g_{11}	250	μS
	$ y_{21s} $	6	mS
	g_{22s}	40	μS
($V_{DS} = 20\text{ V}, -V_{GS} = 1\text{ V}, f = 1\text{ MHz}$)	C_{11s}	4.0	pF
	C_{12s}	1.1	pF
	C_{22s}	1.6	pF
Cutoff frequency of short-circuit forward transfer admittance ¹⁾ ($V_{DS} = 15\text{ V}, V_{GS} = 0$)	f_{y21s}	700	MHz
Noise figure ($V_{DS} = 15\text{ V}, V_{GS} = 0, R_g = 1\text{ k}\Omega,$ $f = 100\text{ MHz}, T_{\text{amb}} = 25^\circ\text{C}$)	NF	1.5	dB

1) Frequency for a decrease in the small-signal short-circuit forward transfer admittance to 70% of the value at 1 kHz.

2) BF 245 A1: $I_{DS\text{ S}} = 2.0$ to 3.0 mA , $-V_{GS} = 0.4$ to 1.0 V
 BF 245 A2: $I_{DS\text{ S}} = 3.0$ to 4.5 mA , $-V_{GS} = 0.7$ to 1.4 V
 BF 245 A3: $I_{DS\text{ S}} = 4.5$ to 6.5 mA , $-V_{GS} = 1.1$ to 2.2 V



**LM158,A-LM258,A
LM358,A**

LOW POWER DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS

- INTERNALLY FREQUENCY COMPENSATED
- LARGE DC VOLTAGE GAIN: 100dB
- WIDE BANDWIDTH (unity gain): 1.1MHz (temperature compensated)
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/OP (500µA) ESSENTIALLY INDEPENDENT OF SUPPLY VOLTAGE
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 20nA (temperature compensated)
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE: 2mV
- LOW INPUT OFFSET CURRENT: 2nA
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE RANGE EQUAL TO THE POWER SUPPLY VOLTAGE
- LARGE OUTPUT VOLTAGE SWING 0V TO ($V_{CC} - 1.5V$)

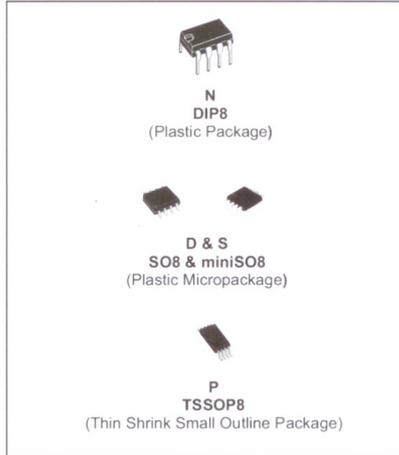
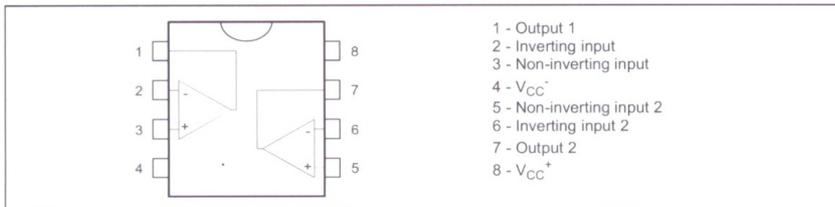
DESCRIPTION

These circuits consist of two independent, high gain, internally frequency compensated which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. The low power supply drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, these circuits can be directly supplied with the standard +5V which is used in logic systems and will easily provide the required interface electronics without requiring any additional power supply.

In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

PIN CONNECTIONS (top view)



ORDER CODE

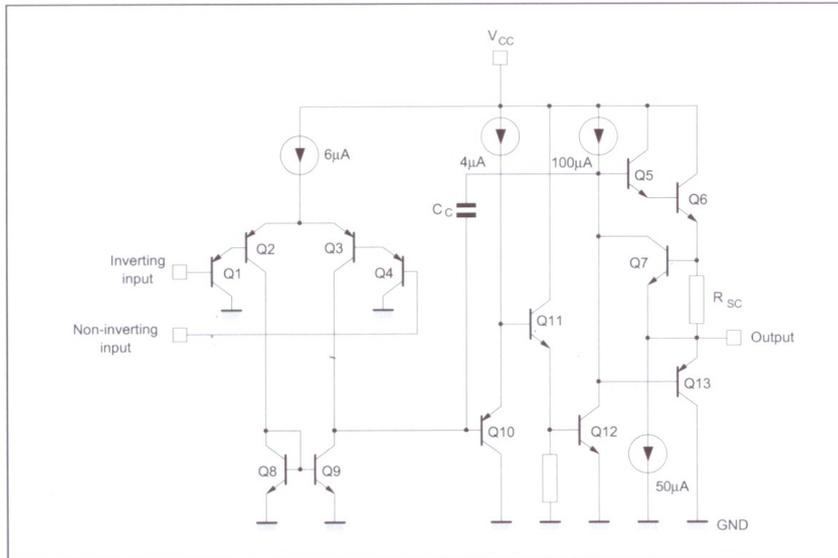
Part Number	Temperature Range	Package			
		N	S	D	P
LM158,A	-55°C, +125°C	•		•	•
LM258,A	-40°C, +105°C	•		•	•
LM358,A	0°C, +70°C	•	•	•	•

Example : LM258N

N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
S = Small Outline Package (miniSO) only available in Tape & Reel (DT)
P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape & Reel (PT)

LM158,A-LM258,A-LM358,A

SCHEMATIC DIAGRAM (1/2 LM158)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	LM158,A	LM258,A	LM358,A	Unit
V_{CC}	Supply voltage	+32			V
V_i	Input Voltage	-0.3 to +32			V
V_{id}	Differential Input Voltage	+32			V
P_{tot}	Power Dissipation ¹⁾	500			mW
	Output Short-circuit Duration ²⁾	Infinite			
I_{in}	Input Current ³⁾	50			mA
T_{oper}	Operating Free-air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150			°C

1. Power dissipation must be considered to ensure maximum junction temperature (T_j) is not exceeded.
2. Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating if V_{CC} > 15V. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC}. Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers.
3. This input current only exists when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diodes clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration than an input is driven negative. This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than -0.3V.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

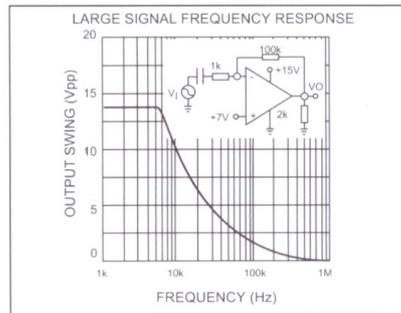
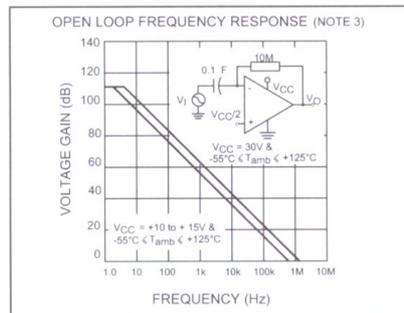
$V_{CC}^+ = +5V$, $V_{CC}^- = \text{Ground}$, $V_o = 1.4V$, $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	LM158A-LM258A LM358A			LM158-LM258 LM358			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage - note ¹⁾ $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$		1	3		2	7	mV
	LM158, LM258 LM158A $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ LM158, LM258			2 4			5 9 7	
I_{io}	Input Offset Current $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		2	10 30		2	30 40	nA
I_{ib}	Input Bias Current - note ²⁾ $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		20	50 100		20	150 200	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain $V_{CC} = +15V$, $R_L = 2k\Omega$, $V_o = 1.4V$ to $11.4V$ $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	50 25	100		50 25	100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_s \leq 10k\Omega$) $V_{CC}^+ = 5V$ to $30V$ $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	65 65	100		65 65	100		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $V_{CC} = +5V$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $V_{CC} = +30V$		0.7	1.2 1		0.7	1.2 2	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range $V_{CC} = +30V$ - note ³⁾ $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_s \leq 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	70 60	85		70 60	85		dB
I_{source}	Output Current Source $V_{CC} = +15V$, $V_o = +2V$, $V_{id} = +1V$	20	40	60	20	40	60	mA
I_{sink}	Output Sink Current ($V_{id} = -1V$) $V_{CC} = +15V$, $V_o = +2V$	10	20		10	20		mA
	$V_{CC} = +15V$, $V_o = +0.2V$	12	50		12	50		μA
V_{OPP}	Output Voltage Swing ($R_L = 2k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ\text{C}$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	

LM158,A-LM258,A-LM358,A

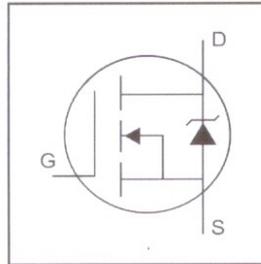
Symbol	Parameter	LM158A-LM258A LM358A			LM158-LM258 LM358			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{OH}	High Level Output Voltage ($V_{CC}^+ = 30V$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $R_L = 2k\Omega$ $R_L = 10k\Omega$	26 26 27 27	27 28		26 26 27 27	27 28		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage ($R_L = 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		5	20 20		5 20 20		mV
SR	Slew Rate $V_{CC} = 15V, V_i = 0.5$ to $3V, R_L = 2k\Omega,$ $C_L = 100pF,$ unity Gain	0.3	0.6		0.3	0.6		V/ μs
GBP	Gain Bandwidth Product $V_{CC} = 30V, f = 100kHz, V_{in} = 10mV, R_L = 2k\Omega,$ $C_L = 100pF$	0.7	1.1		0.7	1.1		MHz
THD	Total Harmonic Distortion $f = 1kHz, A_v = 20dB, R_L = 2k\Omega, V_o = 2V_{pp},$ $C_L = 100pF, V_o = 2V_{pp}$		0.02			0.02		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage $f = 1kHz, R_s = 100\Omega, V_{CC} = 30V$		55			55		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	15		7	30	$\mu V/^\circ C$
DI_{io}	Input Offset Current Drift		10	200		10	300	$pA/^\circ C$
V_{o1}/V_{o2}	Channel Separation - note 4) $1kHz \leq f \leq 20kHz$		120			120		dB

- $V_o = 1.4V, R_s = 0\Omega, 5V < V_{CC}^+ < 30V, 0 < V_{ic} < V_{CC}^+ - 1.5V$
- The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC}^+ - 1.5V$, but either or both inputs can go to +32V without damage.
- Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.



IRFZ24N

- Advanced Process Technology
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated

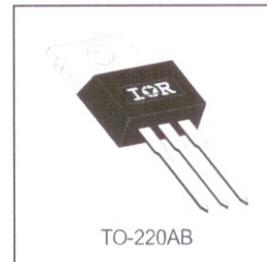


$V_{DSS} = 55V$
$R_{DS(on)} = 0.07\Omega$
$I_D = 17A$

Description

Fifth Generation HEXFET® power MOSFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve the lowest possible on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient device for use in a wide variety of applications.

The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.



Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	17	A
$I_D @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10V$	12	
I_{DM}	Pulsed Drain Current ①	68	
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Power Dissipation	45	W
	Linear Derating Factor	0.30	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy ②	71	mJ
I_{AR}	Avalanche Current ①	10	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy ①	4.5	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt ③	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to + 175	°C
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw.	10 lbf•in (1.1N•m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	—	3.3	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	—	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	—	62	

Electrical Characteristics @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	55	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$\Delta V_{(BR)DSS}/\Delta T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.052	—	V/ $^\circ\text{C}$	Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.07	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 10A$ ③
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	2.0	—	4.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
g_{fs}	Forward Transconductance	4.5	—	—	S	$V_{DS} = 25V, I_D = 10A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 55V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 44V, V_{GS} = 0V, T_J = 150^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 20V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -20V$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	20	nC	$I_D = 10A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	5.3		$V_{DS} = 44V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	7.6		$V_{GS} = 10V$, See Fig. 6 and 13 ④
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	4.9	—	ns	$V_{DD} = 28V$
t_r	Rise Time	—	34	—		$I_D = 10A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	19	—		$R_G = 24\Omega$
t_f	Fall Time	—	27	—		$R_D = 2.6\Omega$, See Fig. 10 ④
L_D	Internal Drain Inductance	—	4.5	—	nH	Between lead, 6mm (0.25in.) from package and center of die contact
L_S	Internal Source Inductance	—	7.5	—		
C_{iss}	Input Capacitance	—	370	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	140	—		$V_{DS} = 25V$
C_{rss}	Reverse Transfer Capacitance	—	65	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5

Source-Drain Ratings and Characteristics

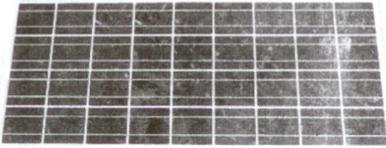
	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	17	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode.
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) ①	—	—	68		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.3	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 10A, V_{GS} = 0V$ ④
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	56	83	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 10A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	120	180	nC	$di/dt = 100A/\mu s$ ④

Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
- ② $V_{DD} = 25V$, starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 1.0\text{mH}$
 $R_G = 25\Omega, I_{AS} = 10A$. (See Figure 12)
- ③ $I_{SD} \leq 10A, di/dt \leq 280A/\mu s, V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}, T_J \leq 175^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 300\mu s$; duty cycle $\leq 2\%$.



PHOTOWATT PW500 - 12V PHOTOVOLTAIC MODULE – JBox



APPLICATIONS
- Telecommunication
- Cathodic protection
- Hospitals, clinics
- Pumping
- Community lighting
- Signaling
- Rural electrification
- Grid connection

- 4x9 polycrystalline 4 inch cells (101,50 x 101,50 mm)
- Product warranty : 5 years*
- Efficiency warranty : 25 years*
- Quality insurance : ESTI (61215), ISO 9001...

POLYCRISTALLINE MODULE

The PW500 has an optimum configuration that fulfils the most demanding PV applications. Constant improvement in the output of photovoltaic cells has allowed the PW500 module to attain a higher power level, guaranteeing optimum daily energy for minimum size.

The PW500 module uses Photowatt's multicrystalline technology. The solar cells are individually characterized and electronically matched prior to interconnection. Encapsulation beneath high transmission tempered glass is accomplished using an advanced, UV resistant thermal setting plastic. The encapsulant, ethylene vinyl acetate, cushions the solar cells within the laminate and protects the cells from etching.

The self-supporting frame made from anodised aluminium was designed to allow it to be easily mounted either from the front or from the rear.

This module is available in double glass technology with the PW5000 which increase it's reliability providing the same electrical data.

For building integration, this module can be delivered without aluminium frame. Please contact us for further details.



PACKING INFORMATION	
Module weight	Kg 5,5
Module size	mm 1007 x 462 x 24,5
Packing configuration	modules 6 per cartons
Packing size	mm 1110 x 490 x 180
Module packed weight	Kg 35
Maximum pallet size (24 modules)	mm 1150 x 1050 x 1600
Maximum pallet weight	Kg 570

PW500		12 V Configuration	
Typical power	W 45	50	55
Minimum power	W 40,1	45,1	50,1
Voltage at typical power	V 16,9	17,2	17,3
Current at typical power	A 2,65	2,9	3,2
Short circuit current	A 2,95	3,1	3,45
Open circuit voltage	V 21,6	21,6	21,7
Maximum system voltage	600V DC		
Temperature coefficient	$\alpha = +0,95 \text{ mV/}^\circ\text{C}$; $\beta = -79 \text{ mV/}^\circ\text{C}^2$; $\gamma \text{ P/P} = -0,43 \% / ^\circ\text{C}$		
Power specifications at 1000 W/m ² : 25°C : AM 1,5			

* According to general warranty conditions

PHOTOWATT
Solutions for natural power

33 Rue Saint Honoré - Z.I. Champfleuri
38300 Bourgoin-Jallieu - FRANCE
Phone +33 (0)4 74 93 80 20 - Fax +33 (0)4 74 93 80 40
www.photowatt.com - marketing@photowatt.com

January 2006 - The characteristics of the document are representative of the products and have no contractual value. Subject to products improvements, Photowatt reserves the right to modify the characteristics without prior notification.



PW500 – CHARACTERISTICS Ptyp : 50 Watts (12V)

Figure 1: I (A) vs V (V) as a function of the junction temperature.

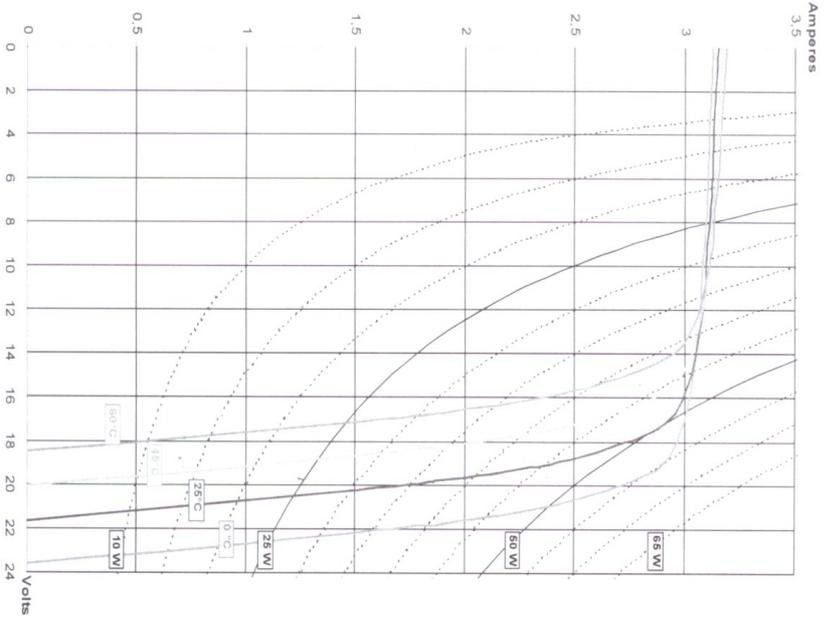
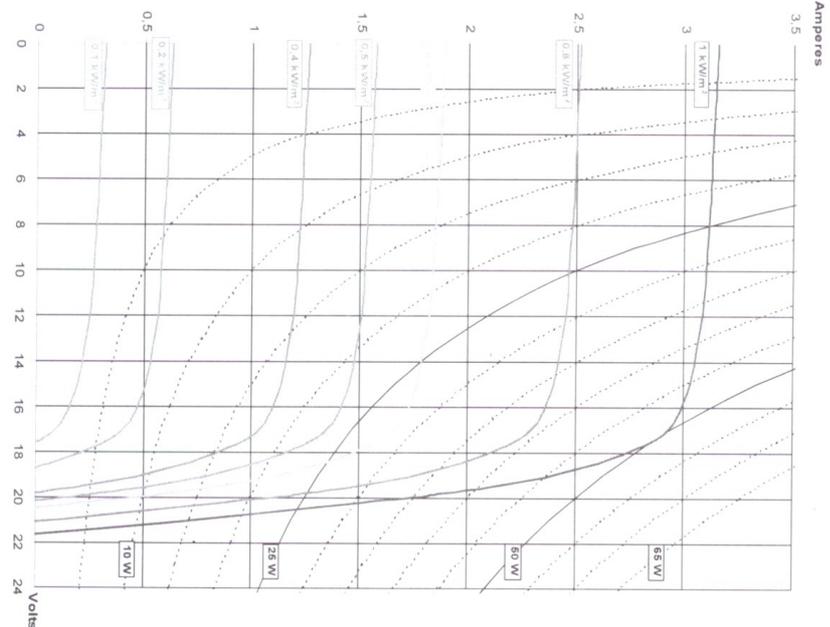


Figure 2: I (A) vs V (V) at Tj = 25°C as a function of the irradiance E (kW / m²), AM 1.5.



January 2005 - The characteristics of the document are representative of the products and have no contractual value. Subject to products improvements, Photowatt reserves the right to modify the characteristics without prior notification.

(1)

OPTIMA® YellowTop R 3,7



Battery Model: YTR 3,7
Part Number: 840 222 000 888 2
Nominal Voltage: 12 volts
NSN: Number applied for, product currently available
Description: High power, dual purpose engine start and deep cycle, sealed lead acid battery

Physical Characteristics:

Plate Design: High purity lead-tin alloy. Wound cell configuration utilizing proprietary SPIRALCELL® technology.
Electrolyte: Sulfuric acid, H₂SO₄
Case: Polypropylene
Color: Case: Light Gray
Cover: "OPTIMA" Yellow
Group Size: BCI: 35

	Standard	Metric
Length:	9.313"	237 mm
Width:	6.750"	172 mm
Height:	7.750"	197 mm (height at the top of the terminals)
Weight:	36.5 lb.	16.6 kg

Terminal Configuration: SAE / BCI automotive.

Performance Data:

Open Circuit Voltage (fully charged): 13.1 volts
Internal Resistance (fully charged): 0.0032 ohms
Capacity: 48 Ah (C/20)
Reserve Capacity: BCI: 98 minutes
(25 amp discharge, 80°F (26.7°C), to 10.5 volts cut-off)

Power:

CCA (EN -18°C): 660 amps
MCA (BCI 0°C): 810 amps

Recommended Charging:

The following charging methods are recommended to ensure a long battery life: (Always use a voltage regulated charger with voltage limits set as described below.)

Model: YTR 3,7

These batteries are designed for starting and deep cycling applications and for use in vehicles with large accessory loads.

OPTIMA® YellowTop R 3,7

Recommended Charging Information:

Alternator:	13.65 to 15.0 volts
Battery Charger (Constant Voltage):	13.8 to 15.0 volts; 10 amps maximum; 6-12 hours approximate
Float Charge:	13.2 to 13.8 volts; 1 amp maximum (indefinite time at lower voltages)
Rapid Recharge: (Constant voltage charger)	Maximum voltage 15.6 volts. No current limit as long as battery temperature remains below 50°C (125°F). Charge until current drops below 1 amp.
Cyclic or Series String Applications:	14.7 volts. No current limit as long as battery temperature remains below 50°C (125°F). When current falls below 1 amp, finish with 2 amp constant current for 1 hour. All limits must be strictly adhered to.

Recharge Time: (example assuming 100% discharge – 10.5 volts)

Current	Approx. time to 90% charge
100 amps	35 minutes
50 amps	75 minutes
25 amps	140 minutes

Recharge time will vary according to temperature and charger characteristics. When using Constant Voltage chargers, amperage will taper down as the battery becomes recharged. When amperage drops below 1 amp, the battery will be close to a full state charge.

(All charge recommendations assume an average room temperature of 25°C, 77°F)

Always wear safety glasses when working with batteries.

Always use a voltage regulated battery charger with limits set to the above ratings. Overcharging can cause the safety valves to open and battery gases to escape, causing premature end of life. These gases are flammable! You cannot replace water in sealed batteries that have been overcharged. Any battery that becomes very hot while charging should be disconnected immediately.

Not fully charging a battery can result in poor performance and a reduction in capacity.

Shipping and Transportation Information:

OPTIMA batteries can be shipped by AIR. The battery is nonspillable and is tested according to ICAO Technical Instructions DOC. 9284-AN/905 to meet the requirements of Packing Instructions No. 806 and is classified as non-regulated by IATA Special Provision A-48 and A-67 for UN2800. Terminals must be protected from short circuit.

Manufacturing Location:

OPTIMA Batteries
17500 East 22nd Avenue
Aurora, CO 80011
United States of America
Phone: 303-340-7400
Fax: 303-340-7474

BCI = Battery Council International

OPTIMA Batteries
Product Specifications: Model YT R 3,7
June 2005