

Regulateur de tension à diode Zener

I- BUT : Réaliser un régulateur de tension à diode Zener à partir d'un cahier de charges concret.

COMPOSANTS :

- 1 résistance
- 1 potentiomètre
- 1 diode Zener

MATERIELS

- 1 alimentation continue régulée +20 V
- 1 multimètre

II- MONTAGE :

je dois proposer un schéma de régulateur et je propose celui-ci :

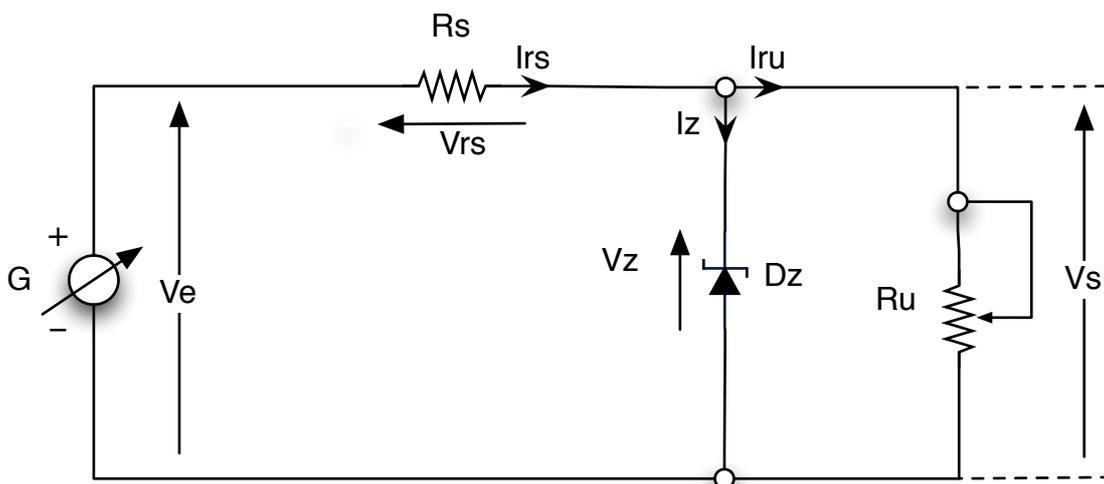


Fig. 36 bis

III- ETAPES :

- 1- Réaliser un régulateur de tension autour d'une diode Zener permettant de maintenir une tension constante de 9,1 V aux bornes d'une charge variable.

La tension d'alimentation du circuit peut varier entre 15 et 20 V.

L'intensité du courant de charge varie entre 5 et 25 mA.

- 2- Proposer un schéma permettant de satisfaire le cahier de charges ci-dessus.
- 3- Dimensionner les différents composants utilisés dans le montage, à savoir:

Valeur de la résistance série de protection de la diode Zener (R_s) ainsi que la valeur de la puissance dissipée dans cette résistance (P_{RS}).

Valeur de la puissance maximum dissipée dans la diode Zener en précisant la tension Zener, l'intensité maximum du courant Zener.

Enoncer les différentes caractéristiques (datasheets) de la diode Zener choisie.

Pour avoir une tension de sortie de 9.1 V, je propose une diode BZX79C9V1 et ses caractéristiques sont les suivantes:

Absolute Maximum Ratings*				TA = 25°C unless otherwise noted		Tolerance: C = 5%	
Parameter	Value	Units					
Storage Temperature Range	-65 to +200	°C					
Maximum Junction Operating Temperature	+ 200	°C					
Lead Temperature (1/16" from case for 10 seconds)	+ 230	°C					
Total Device Dissipation	500	mW					
Derate above 25°C	4.0	mW/°C					
Surge Power**	30	W					



DO-35

*These ratings are limiting values above which the sensitivity of the diode may be impaired.
 **Non-recurrent square wave PW= 8.3 ms, TA= 50 degrees C.

NOTES:
 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 200 degrees C.
 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Electrical Characteristics										TA = 25°C unless otherwise noted	
Device	V _Z * (V)		Z _Z (Ω)	I _{ZT} (mA)	Z _{ZK} (Ω)	I _{ZT} (mA)	V _R (V)	I _R (μA)	T _C (mV/°C)		
	MIN	MAX							MIN	MAX	
BZX79C 3V3	3.1	3.5	95	5.0	600	1.0	1.0	25	-3.5	0.0	
BZX79C 3V6	3.4	3.8	90	5.0	600	1.0	1.0	15	-3.5	0.0	
BZX79C 3V9	3.7	4.1	90	5.0	600	1.0	1.0	10	-3.5	+0.3	
BZX79C 4V3	4.0	4.6	90	5.0	600	1.0	1.0	5.0	-3.5	+1.0	
BZX79C 4V7	4.4	5.0	80	5.0	500	1.0	2.0	3.0	-3.5	+0.2	
BZX79C 5V1	4.8	5.4	80	5.0	480	1.0	2.0	2.0	-2.7	+1.2	
BZX79C 5V6	5.2	6.0	40	5.0	400	1.0	2.0	1.0	-2.0	+2.5	
BZX79C 6V2	5.8	6.6	10	5.0	150	1.0	4.0	3.0	+0.4	+3.7	
BZX79C 6V8	6.4	7.2	15	5.0	80	1.0	4.0	2.0	+1.2	+4.5	
BZX79C 7V5	7.0	7.9	15	5.0	80	1.0	5.0	1.0	+2.5	+5.3	
BZX79C 8V2	7.7	8.7	15	5.0	80	1.0	5.0	0.7	+3.2	+6.2	
BZX79C 9V1	8.5	9.6	15	5.0	100	1.0	6.0	0.5	+3.8	+7.0	
BZX79C 10	9.4	10.6	20	5.0	150	1.0	7.0	0.2	+4.5	+8.0	
BZX79C 11	10.4	11.6	20	5.0	150	1.0	8.0	0.1	+5.4	+9.0	
BZX79C 12	11.4	12.7	25	5.0	150	1.0	8.0	0.1	+6.0	+10	
BZX79C 13	12.4	14.1	30	5.0	170	1.0	8.0	0.10	-7.0	+11	
BZX79C 15	13.8	15.6	30	5.0	200	1.0	10.5	0.05	-9.2	+13	
BZX79C 16	15.3	17.1	40	5.0	200	1.0	11.2	0.05	+10.4	+14	
BZX79C 18	16.8	19.1	45	5.0	225	1.0	12.6	0.05	+12.4	+16	
BZX79C 20	18.8	21.2	55	5.0	225	1.0	14	0.05	+14.4	+18	
BZX79C 22	20.8	23.3	55	5.0	250	1.0	15.4	0.05	+16.4	+20	
BZX79C 24	22.8	25.6	70	5.0	250	1.0	16.8	0.05	+18.4	+22	
BZX79C 27	25.1	28.9	80	2.0	300	0.5	18.9	0.05	+21.4	+25.3	
BZX79C 30	28	32	80	2.0	300	0.5	21	0.05	+24.4	+29.4	
BZX79C 33	31	35	80	2.0	325	0.5	23.1	0.05	+27.4	+33.4	

V_F Forward Voltage = 1.5 V Maximum @ I_F = 100 mA for all BZX 79 series

*Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 us, Duty Cycle ≤ 2.0%

Calculs:

on a :

$$U_S = 9.1 \text{ V} \quad U_e = 15 \text{ à } 20 \text{ V} \quad I_u = 5 \text{ à } 25 \text{ mA}$$

$$I_{Z\text{MAX}} = P_{\text{MAX}}/U_S = 500 \text{ mW}/9.1 \text{ V} = 55 \text{ mA}$$

calcul de R_S

$$(U_e(\text{max})-U_z)/I_z(\text{max}) < R_S < (U_e(\text{min})-U_z)/(I_z(\text{min})+I_z(\text{max}))$$

le datasheet ne donnant pas de $I_z(\text{min})$, j'ai pris $250 \mu\text{A}$.

$$(20-9.1)/55 \cdot 10^{-3} < R_S < (15-9.1)/(250 \mu\text{A}+25 \text{ mA})$$

$$198.18 < R_S < 233.66$$

on mettra une résistance R_S de 220Ω .

Calcul de R_U

$$I_{U(\text{MAX})} = 25 \text{ mA} = I_T - I_{ZG}$$

$$R_{U(\text{min})} = V_S / I_{U(\text{MAX})}$$

$$V_S = V_Z - \Delta I_{ZT} Z_{ZT} = V_S - (I_{ZT} - I_{Z(\text{MIN})}) * Z_{ZT}$$

$$= 9.1 - (5 \text{ mA} - 250 \mu\text{A}) * 15$$

$$= 9.043 \text{ V}$$

$$R_{U(\text{min})} = 9.043 / 25 \text{ mA} = 361.72 \Omega$$

$$R_{U(\text{max})} = 9.043 / 5 \text{ mA} = 1808.6 \Omega$$

$$I_U < I_{Z\text{MAX}} - I_{Z\text{MIN}}$$

$$5 \text{ mA} < (55 \text{ mA} - 250 \mu\text{A}) \quad \text{et} \quad 25 \text{ mA} < (55 \text{ mA} - 250 \mu\text{A})$$

On peut aussi ne pas tenir compte de l'impédance de la diode Zener et simplifier les calculs.

$$R_{U(\text{min})} = V_Z / I_{RU(\text{MAX})} = 9.1 / 25 \text{ mA} = 364 \Omega$$

$$R_{U(\text{max})} = V_Z / I_{RU(\text{MIN})} = 9.1 / 5 \text{ mA} = 1820 \Omega$$

Calcul de $P_{RS(MAX)}$

$$P_{RS(MAX)} = (U_e - U_Z)^2 / R_s = (20 - 9.1)^2 / 220 = 540 \text{ mW}$$

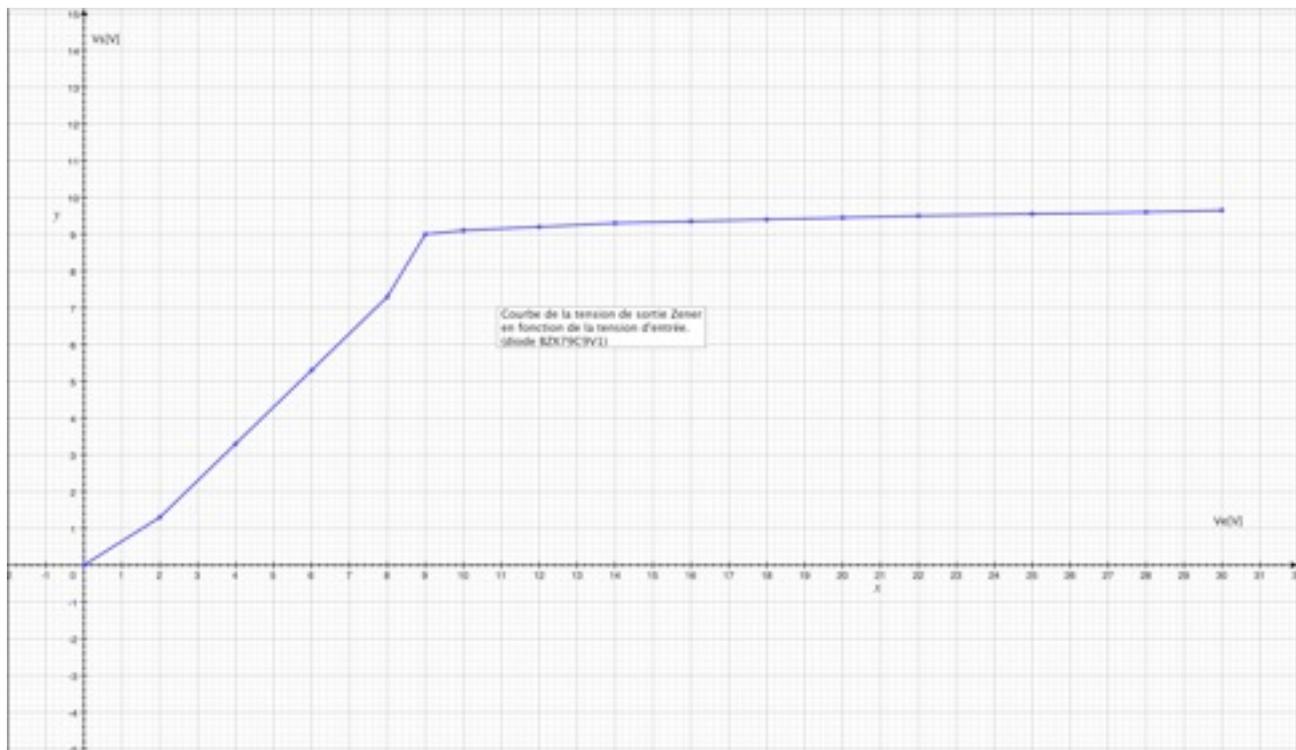
Calcul de $P_{Z(MAX)}$

$$P_{Z(MAX)} = U_Z * I_{Z(MAX)} = 9.1 * 55 \text{ mA} = 500 \text{ mW}$$

Test pratique du montage ainsi réalisé et mesure des différentes grandeurs utiles. Puis comparer ces grandeurs avec celles calculées.

- 4- Remplir le tableau ci dessous et tracer le graphique de la tension de sortie en fonction de la tension d'entrée ($V_s = f(V_e)$). En déduire la valeur de la tension de sortie à partir de laquelle l'effet Zener commence.

$V_e[V]$	$V_s[V]$
2	1.3
4	3.3
6	5.3
8	7.3
9	9
10	9.1
12	9.2
14	9.3
16	9.35
18	9.4
20	9.45
22	9.5
25	9.55
28	9.6
30	9.65



5- Comparaison avec la valeur de la tension Zener théorique trouvée précédemment.

En comparant avec la tension Zener trouvée précédemment (9.043 V), je constate que la tension de sortie respecte le cahier de charges.

Conclusions :

Des calculs relativement simples nous permettent de trouver la valeur des résistances en fonctions des conditions imposées par le cahier de charges. Sur la courbe, on voit nettement la tension à partir de laquelle la diode Zener produit son effet.