

EVALUATION : LA GÉNÉRATION ÉLECTRIQUE EN AÉRONAUTIQUE

Temps imparti = 1 heure ;
Tous documents autorisés excepté la copie du voisin(e)
Lire tout l'énoncé avant de commencer.



Le besoin en énergie électrique à bord des avions est sans cesse croissant. Cette tendance tend à se renforcer avec le futur avion « tout électrique » dont les commandes de vol seront mues par des motorisations électriques.

La structure simplifiée d'un réseau électrique de bord est représentée par le schéma de la *figure 1*.

En vol, la génération électrique d'un avion est fondamentalement assurée par un **alternateur triphasé** associé à chaque réacteur. Au sol, le *réseau aéroportuaire*, s'il existe, se substitue à l'alternateur par la *prise de parc*.

La distribution s'effectue en alternatif triphasé **115 V/200 V - 400 Hz** via le *cœur électrique* qui inclut :

- . un module de régulation de la tension de l'alternateur U_{GS} ;
- . un module de désexcitation rapide de l'alternateur ;
- . un module de protection des circuits distribués.

Le cœur électrique alimente la *barre normale* (jeu de barres). Jusqu'à présent, la fréquence constante (400 Hz) est obtenue par des moyens hydro- ou électromécaniques.

Les tous derniers progrès observés en *Electronique à grande vitesse* laissent entrevoir le développement de nouveaux systèmes de génération électrique, notamment la suppression du système de régulation hydro- ou électromécanique. La tendance est donc à des entraînements à grande vitesse variable.

Afin d'assurer la sécurité de l'appareil à tout moment, même en cas de perte des alternateurs, certains organes vitaux de l'avion (ordinateurs de bord, commandes de vol électriques, ...) doivent continuer à être alimentés; Ces organes sont connectés à la *barre essentielle courant alternatif monophasé (AC)* qui est elle-même alimentée :

- . en configuration normale, par un des alternateurs via la barre normale ;
- . en cas de perte des sources de génération principale, par un **Générateur Dernier Secours**.

Le Générateur Dernier Secours est principalement composé d'un convertisseur statique monophasé alimenté par les batteries via la *barre essentielle courant continu (DC)*.

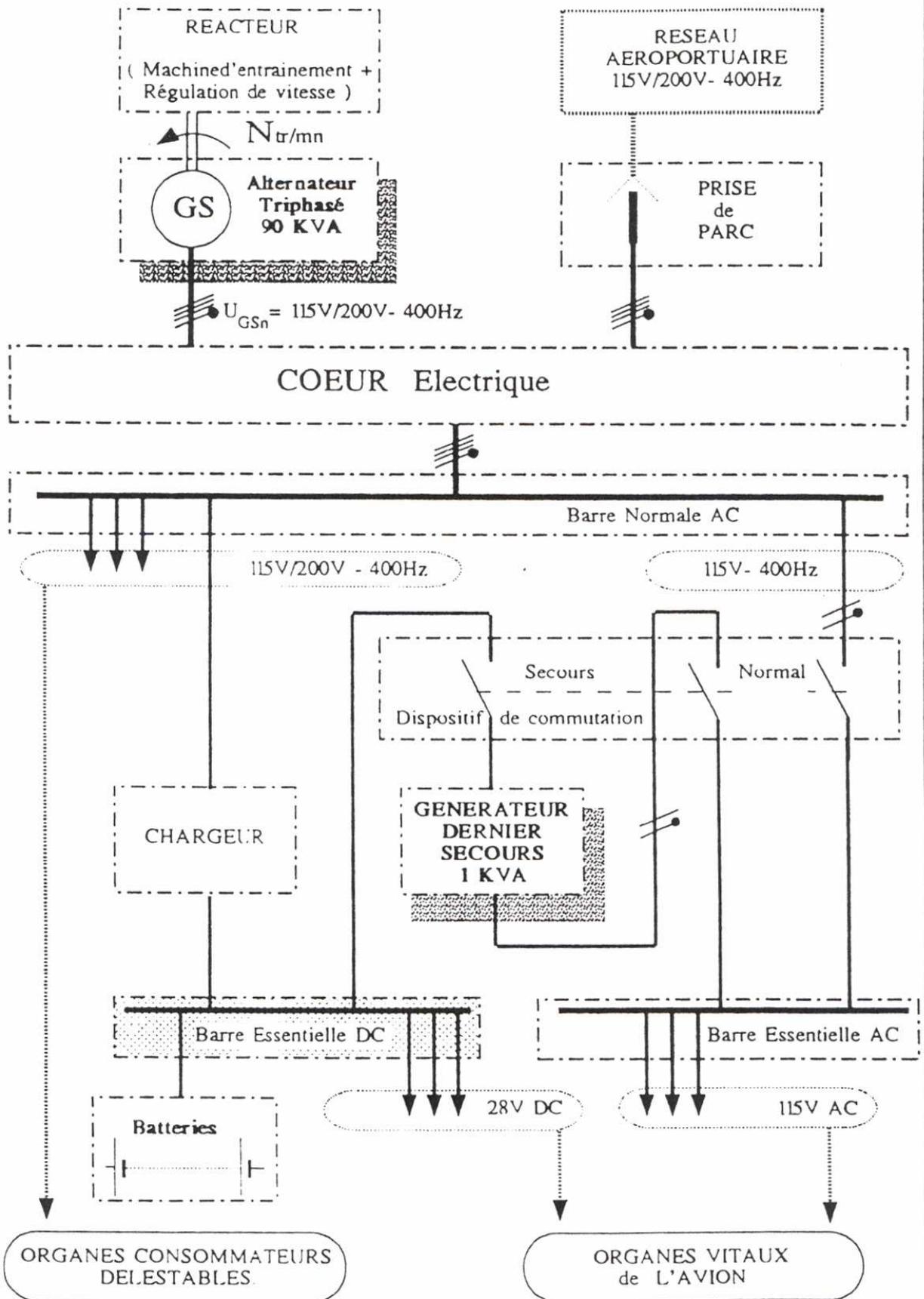
Un *dispositif de commutation Normal/Secours* entièrement automatique assure :

- . la commande de démarrage du Générateur Dernier Secours ;
- . l'alimentation de la barre essentielle courant alternatif ;
- . l'isolement de la barre essentielle courant alternatif de la barre normale.

Les valeurs typiques relatives à l'avion de type AIRBUS A 320 sont :

- puissance nominale d'un alternateur : 90 kVA (triphase) ;
- puissance nominale du Générateur Dernier Secours : 1 kVA (monophasé) ;
- tension nominale des batteries : 28 V.

**SCHEMA ELECTRIQUE SIMPLIFIE D'UN RESEAU DE BORD
EN AERONAUTIQUE. (Figure 1)**



(Valeurs typiques relatives à l'avion de type AIRBUS A320)

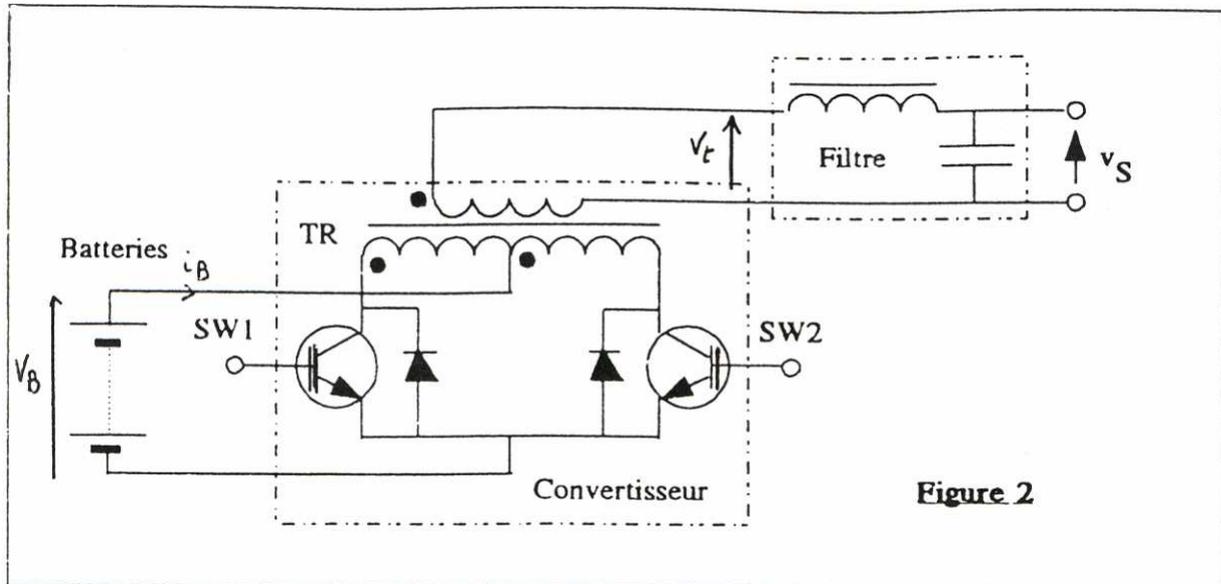


Figure 2

International
IR Rectifier

INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTOR

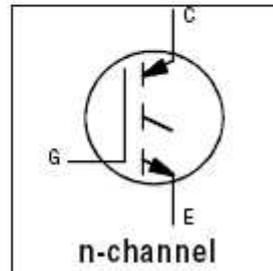
PD - 91578B

IRG4PH40K

Short Circuit Rated
 UltraFast IGBT

Features

- High short circuit rating optimized for motor control, $t_{sc} = 10\mu s$, $V_{CC} = 720V$, $T_J = 125^\circ C$, $V_{GE} = 15V$
- Combines low conduction losses with high switching speed
- Latest generation design provides tighter parameter distribution and higher efficiency than previous generations



$V_{CES} = 1200V$
$V_{CE(on) typ.} = 2.74V$
@ $V_{GE} = 15V, I_C = 15A$

Absolute Maximum Ratings

	Parameter	Max.	Units
V_{CES}	Collector-to-Emitter Voltage	1200	V
$I_C @ T_C = 25^\circ C$	Continuous Collector Current	30	A
$I_C @ T_C = 100^\circ C$	Continuous Collector Current	15	
I_{CM}	Pulsed Collector Current ①	60	
I_{LM}	Clamped Inductive Load Current ②	60	
t_{sc}	Short Circuit Withstand Time	10	μs
V_{GE}	Gate-to-Emitter Voltage	± 20	V
E_{ARV}	Reverse Voltage Avalanche Energy ③	180	mJ
$P_D @ T_C = 25^\circ C$	Maximum Power Dissipation	160	W
$P_D @ T_C = 100^\circ C$	Maximum Power Dissipation	65	
T_J T_{STG}	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to +150	$^\circ C$
	Soldering Temperature, for 10 sec.	300 (0.063 in. (1.6mm) from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw.	10 lbf·in (1.1N·m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.77	$^\circ C/W$
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient, typical socket mount	—	40	
Wt	Weight	6 (0.21)	—	g (oz)

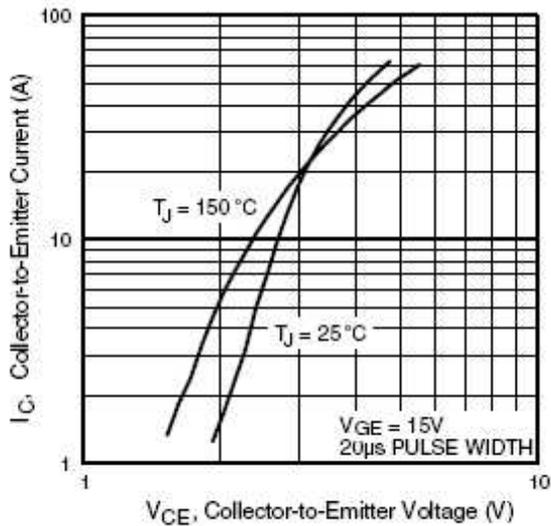


Fig. 2 - Typical Output Characteristics

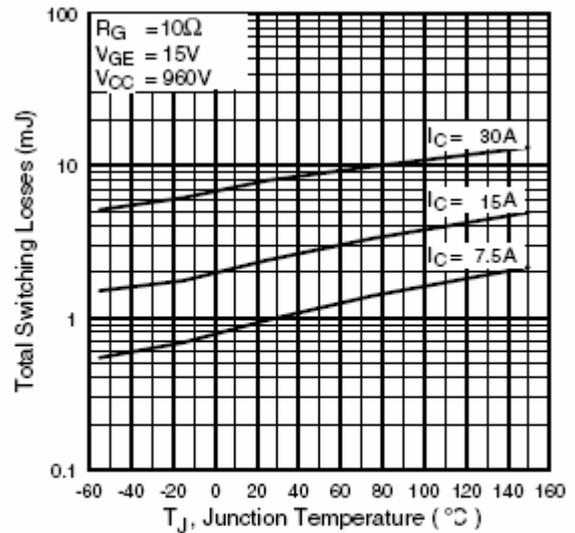


Fig. 10 - Typical Switching Losses vs. Junction Temperature

SKN 2F50



Stud Diode

Fast Recovery Rectifier Diode

SKN 2F50

Features

- Small recovered charge
- Soft recovery
- Up to 1000 V reverse voltage
- Hermetic metal case with glass insulator
- Threaded stud ISO M6 or 1/4-28 UNF
- SKN: anode to stud

Typical Applications

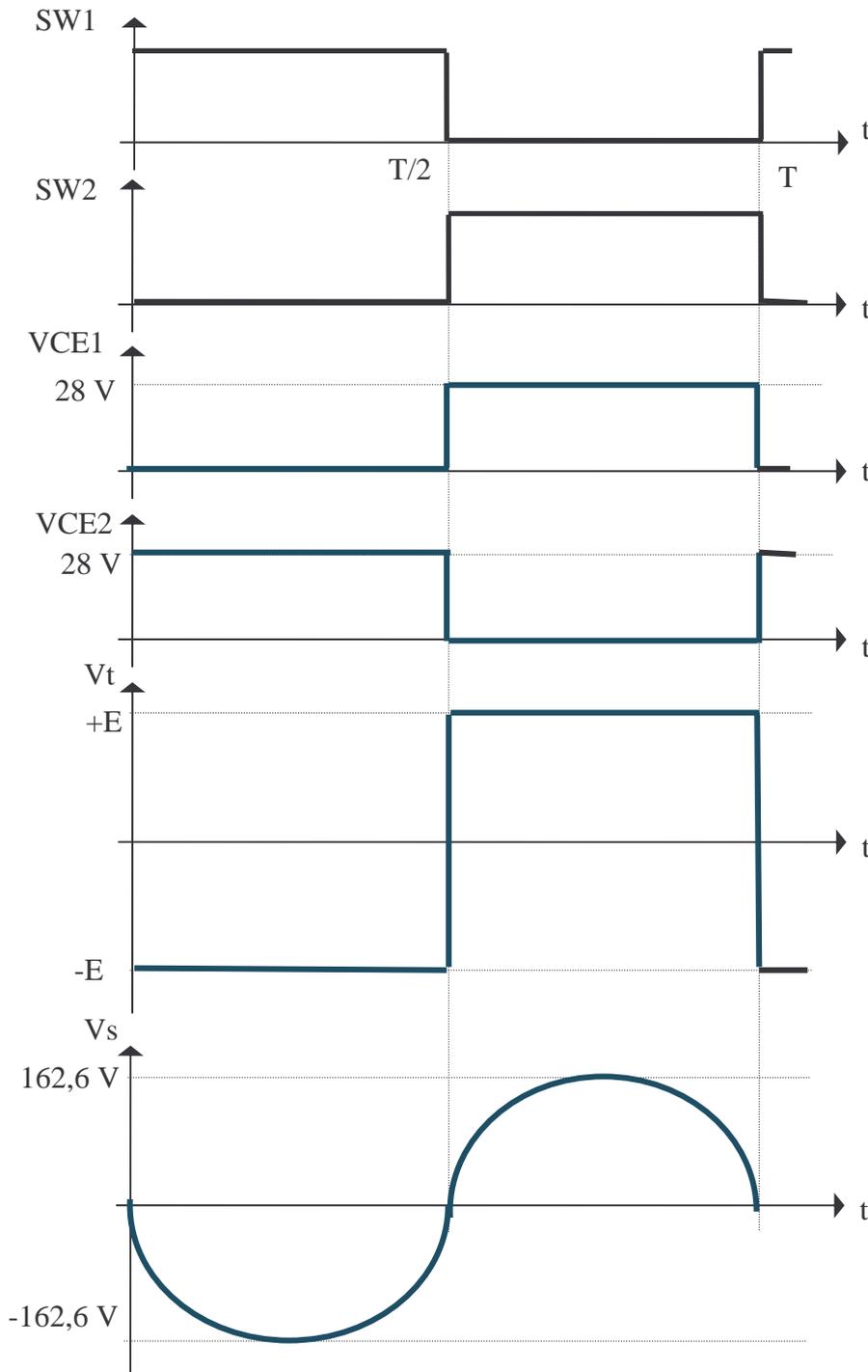
- Inverse diodes for power transistors, GTO thyristors, asymmetric thyristors
- SMPS, inverters, choppers
- For severe ambient conditions

V_{RSM} V	V_{RRM} V	$I_{FRMS} = 100$ A (maximum value for continuous operation) $I_{FAV} = 50$ A (sin. 180; 5000 Hz; $T_c = 105$ °C)
400	400	SKN 2F50/04
400	400	SKN 2F50/04UNF
600	600	SKN 2F50/06
600	600	SKN 2F50/06UNF
800	800	SKN 2F50/08
800	800	SKN 2F50/08UNF
1000	1000	SKN 2F50/10
1000	1000	SKN 2F50/10UNF

Symbol	Conditions	Values	Units
I_{FAV}	sin. 180; $T_c = 85$ (100) °C	69 (57)	A
I_{FAV}	K3; $T_a = 45$ °C; sin. 180; 5000 Hz	18	
I_{FSM}	$T_{vj} = 25$ °C; 10 ms	1100	A
	$T_{vj} = 150$ °C; 10 ms	940	A
i^2t	$T_{vj} = 25$ °C; 8,3 ... 10 ms	6000	A ² s
	$T_{vj} = 150$ °C; 8,3 ... 10 ms	4400	A ² s
V_F	$T_{vj} = 25$ °C; $I_F = 50$ A	max. 1,8	V
$V_{(TO)}$	$T_{vj} = 150$ °C	max. 1,2	V
r_T	$T_{vj} = 150$ °C	max. 4	mΩ
I_{RD}	$T_{vj} = 25$ °C; $V_{RD} = V_{RRM}$	max. 0,4	mA
I_{RD}	$T_{vj} = 130$ °C; $V_{RD} = V_{RRM}$	max. 50	mA
Q_{rr}	$T_{vj} = 130$ °C; $I_F = 100$ A, $-di/dt = 30$ A/μs, $V_R = 30$ V	3	μC
I_{RM}		10	A
t_{rr}		600	ns
E_{rr}		-	mJ
$R_{th(j-c)}$		0,5	K/W
$R_{th(c-s)}$		0,25	K/W
T_{vj}		- 40 ... + 150	°C
T_{stg}		- 55 ... + 150	°C
V_{isol}		-	V~
M_s	to heatsink	2,5	Nm
a		5 * 9,81	m/s ²
m	approx.	20	g
Case		E 10	

Document réponses correction

Question 1



Question 3

Pertes dans une diode

$$\begin{aligned} \langle I \rangle &= 8 \text{ A} \\ I_{\text{eff}} &= 21 \text{ A} \\ V_o &= 1,2 \text{ V} \\ R_t &= 4 \text{ m}\Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= V_o \cdot \langle I \rangle + R_t \cdot I^2 \\ P &= 1,2 \cdot 8 + 0,004 \cdot 21^2 \end{aligned}$$

$$\mathbf{P = 11,4 \text{ W}}$$

Question 4

Pertes dans un transistor

Par conduction

$$\begin{aligned} P_c &= V_{ce} \cdot \langle I_c \rangle \\ P_c &= 2,74 \cdot 13 \end{aligned}$$

$$\mathbf{P_c = 35,6 \text{ W}}$$

Par commutation

Lecture courbe :

$$\begin{aligned} E &= 5 \text{ mJ à } 960 \text{ V} \\ \text{D'où } a &= 28 \text{ V} \cdot 5 \cdot 28 / 960 \\ E &= 0,15 \text{ mJ} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_s &= E \cdot F \\ P_s &= 0,00015 \cdot 400 \end{aligned}$$

$$\mathbf{P_s = 60 \text{ mW}}$$

Question 2

	Montage	diode	IGBT
$\langle I \rangle$	8A et 13A	< 18 A	15 A
I_{max}	35 A	< 100 A	60A
V_{max}	32 V	< 400V	1200V
Periode	2,5 ms	> 600 ns	10 μ s

Question 5

Dissipateur thermique :

$$R_{\text{th-r-a}} \leq \frac{T_j - T_a}{P_t} - \frac{(R_{\text{th-d-j-c}} + R_{\text{th-d-c-r}}) \cdot (R_{\text{th-j-c}} + R_{\text{th-t-c-r}})}{R_{\text{th-d-j-c}} + R_{\text{th-d-c-r}} + R_{\text{th-j-c}} + R_{\text{th-t-c-r}}}$$

$$R_{\text{th-r-a}} \leq \frac{150 - 15}{11,4 + 35,66} - \frac{(0,5 + 0,25) \cdot (0,77 + 0,24)}{0,5 + 0,25 + 0,77 + 0,24}$$

$$\mathbf{R_{\text{th-r-a}} \leq 2,43 \text{ } ^\circ\text{C/W}}$$