

1. Généralités

Dans le but d'obtenir les performances maximales des semi-conducteurs il est important de garder leur température de jonction en dessous du maximum donné par le fabricant.

Cette température maximum de jonction ne peut être maintenue, sans refroidissement supplémentaire qu'en utilisant une faible demande de puissance.

En cas d'une demande de puissance plus élevée, les semi-conducteurs doivent être équipés de dissipateurs de chaleur supplémentaires.

Les performances thermiques des dissipateurs dépendent, en premier lieu, de la conductivité thermique de la matière utilisée, des dimensions de la surface et de la masse du semi-conducteur.

La couleur, la position et l'endroit du montage, la température environnante et la vitesse de l'air ambiant ont, selon les cas, une influence considérable sur le refroidissement du dissipateur.

Une autre valeur influente est le mode de montage et d'isolement du semi-conducteur sur le dissipateur ou inversement. Cependant, ceci peut être déterminé expérimentalement d'une façon assez fiable et inséré dans le paragraphe 2.

Sur le plan international, il n'y a pas de norme valable qui détermine une méthode de mesure obligatoire pour déterminer les résistances thermiques dans l'électronique.

Pour cela, les diagrammes et valeurs donnés dans notre catalogue sont déterminés sous des conditions réelles et offre facilement, en cas normal la possibilité de choisir un dissipateur approprié.

Nous attirons expressément votre attention sur le fait que nos informations et renseignements sont consciencieusement établis. La fonction ou l'utilisation relèvent uniquement de la responsabilité de l'utilisateur qui doit contrôler à l'avance que l'aptitude de nos produits correspond à son projet d'utilisation.

Fischer Elektronik ne peut être rendu responsable d'aucune garantie expresse ou implicite pour l'aptitude, la fonction ou la commercialisation des produits de l'utilisateur, d'une façon spécifique ou générale ne peut être rendu responsable des dommages accidentels ou consécutifs en cas de non-respect des ces consignes.

En outre, Fischer Elektronik se réserve, à tout moment, le droit de modifier techniquement ses produits. Les conditions générales de la société Fischer Elektronik sont valables pour toute commande.

2. Calcul de la résistance thermique

À côté du modèle de boîtier et de l'espace disponible, la résistance thermique est le seul paramètre important pour la sélection d'un dissipateur.

La formule de la résistance thermique est calculée à partir des valeurs différentes données et de l'utilisation du circuit.

$$\text{Équation 1: } R_{thK} = \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{P} - (R_{thG} + R_{thM}) = \frac{\Delta\vartheta}{P} - R_{thGM}$$

Pour que la température maximale de jonction ne soit pas dépassée en utilisation, un contrôle de température doit être effectué. La température de jonction n'est pas directement mesurable. Pour la pratique, la calcul se laisse suffisamment calculer d'après la température du boîtier.

$$\text{Équation 2: } \vartheta_i = \vartheta_G + P \cdot R_{thG}$$

Définitions des symboles:

ϑ_i = température max. de jonction en °C du semi-conducteur donnée par le fabricant à réduire de 20 à 30 °C comme coefficient de sécurité

ϑ_u = température ambiante en °C
L'augmentation de température causée par la radiation du refroidisseur doit être majorée de 10 à 30 °C.

$\Delta\vartheta$ = différence de température maximale entre la jonction et l'air ambiant

ϑ_G = température mesurée du boîtier du semi-conducteur

P = puissance max. du semi-conducteur en Watts

R_{th} = résistance thermique en K/W

R_{thG} = résistance thermique intérieure du semi-conducteur (données du fabricant)

R_{thM} = résistance thermique de la surface de montage. Pour un boîtier TO 3 utiliser les valeurs suivantes:

- | | |
|---|------------------|
| 1. sec, WLP sans isolateur | 0,05 - 0,20 K/W |
| 2. avec pâte thermique WLP, sans isolateur | 0,005 - 0,10 K/W |
| 3. avec entretoise en oxyde d'aluminium et pâte thermique | 0,20 - 0,60 K/W |
| 4. avec mica (0,05 mm) et pâte thermique | 0,40 - 0,90 K/W |

R_{thK} = résistance thermique du dissipateur qui peut être utilisée avec les courbes du catalogue

R_{thGM} = somme de R_{thG} et R_{thM} . Pour le montage en parallèle de plusieurs semi-conducteurs la valeur R_{thGM} se calcule comme montage en parallèle des valeurs individuelles selon l'équation suivante:

$$\text{Équation 3: } \frac{1}{R_{thGM \text{ ges.}}} = \frac{1}{R_{thG1} + R_{thM1}} + \frac{1}{R_{thG2} + R_{thM2}} + \dots + \frac{1}{R_{thGn} + R_{thMn}}$$

Le résultat trouvé peut être reporté dans l'équation 1.

K = Kelvin, qui est maintenant l'unité standard de différences de températures mesurée en °C, c'est pourquoi 1°C = 1 K

K/W = Kelvin par watt, unité de résistance thermique

Exemples de calcul:

1. Un Transistor de puissance TO 3 ($P = 60 \text{ W}$) peut atteindre une température de jonction max. de 180°C, la résistance thermique interne est de 0,6 K/W. Par une température ambiante de 40 °C un montage avec une entretoise en oxyde d'aluminium est prévu. Quelle doit être la résistance thermique du dissipateur?

Données:

- | | |
|---|--|
| $P = 60 \text{ W}$ | $R_{thG} = 0,6 \text{ K/W}$ |
| $\vartheta_i = 180 \text{ °C} - 20 \text{ °C} = 160 \text{ °C}$ (marge de sécurité) | $R_{thM} = 0,4 \text{ K/W}$ (valeur moyenne) |
| $\vartheta_u = 40 \text{ °C}$ | |

Cherchez: R_{thK} en utilisant équation 1 $R_{thK} = \frac{\vartheta_i - \vartheta_u}{P} - (R_{thG} + R_{thM}) = \frac{160 \text{ °C} - 40 \text{ °C}}{60 \text{ W}} - (0,6 \text{ K/W} + 0,4 \text{ K/W}) = \underline{1,0 \text{ K/W}}$

2. Mêmes conditions que l'exemple 1, mais répartition de la puissance sur trois transistors de même type.

Solution: utiliser équation 1 et équation 3 $\frac{1}{R_{thGM \text{ ges.}}} = \frac{1}{0,6 + 0,4 \text{ K/W}} + \frac{1}{0,6 + 0,4 \text{ K/W}} + \frac{1}{0,6 + 0,4 \text{ K/W}} = \frac{3}{1} \text{ W/K}$

$$R_{thGM \text{ ges.}} = \frac{1}{3} \text{ K/W} = \underline{0,33 \text{ K/W}}$$

Substitué en équation 1 on obtient:

$$R_{thK} = \frac{160 \text{ °C} - 40 \text{ °C}}{60 \text{ W}} - 0,33 \text{ K/W} = \underline{1,67 \text{ K/W}}$$

Avec ces valeurs calculées d'après le tableau (A 13 - 17) la longueur et la courbe des dissipateurs profilés peuvent être choisies. Avec les diagrammes individuels des dissipateurs la détermination définitive du dissipateur peut avoir lieu.

3. A un transistor avec une puissance max. de 50 watts, une résistance thermique interne de 0,5 K/W et une température mesurée de boîtier de 40 °C.

Quelle est la température de fonctionnement de la jonction?

Données:

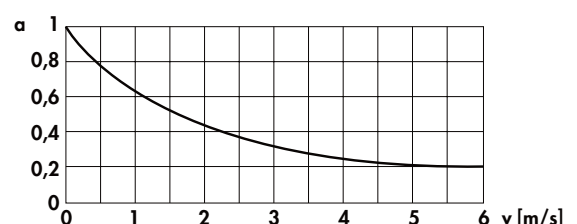
- | | | |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| $P = 50 \text{ W}$ | $R_{thG} = 0,5 \text{ K/W}$ | $\vartheta_G = 40 \text{ °C}$ |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|

Cherchez: ϑ_i solution d'après l'équation 2

$$\vartheta_i = \vartheta_G + (P \cdot R_{thG}) \quad \vartheta_i = 40 \text{ °C} + (50 \text{ W} \cdot 0,5 \text{ K/W}) = \underline{65 \text{ °C}}$$

Résistances thermiques des profilés quelconques en refroidissement forcé

- $R_{thKf} \approx \alpha \cdot R_{thK}$
 R_{thKf} = résistance thermique en refroidissement forcé
 R_{thK} = résistance thermique en refroidissement naturel
 α = facteur de proportionalités



Simulation thermique assistée par ordinateur pour un concept optimal de refroidissement

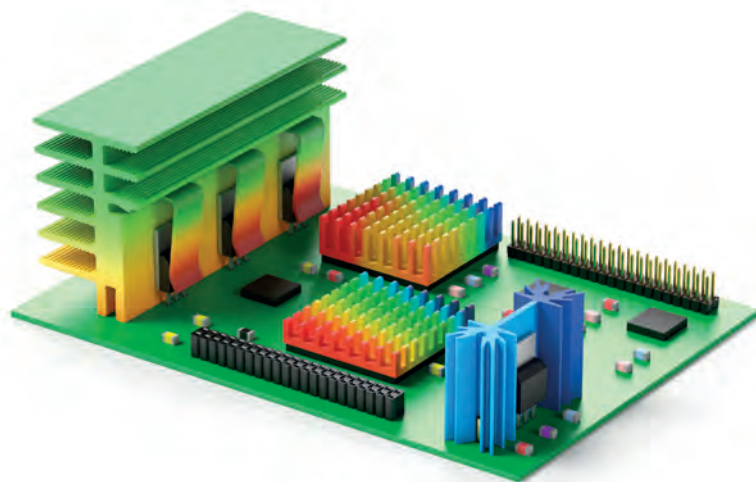
Des composants électroniques semi-conducteurs, performants de longue durée et fiables considérablement déterminés par la contrainte thermique sont soumis aux composants individuels. Un dépassement maximal de la température de service entraîne un dysfonctionnement. Un dépassement de la température de jonction conduit à la destruction du semi-conducteur. Une tendance progressivement aggravante pèse sur l'industrie de semi-conducteurs avec l'augmentation constante de l'intégration et de la densité de puissance constante des composants électroniques. Pour la solution des problèmes thermiques, tout d'abord, la question se pose quelle sorte de refroidissement doit être prise en considération. Ici, des procédés variés sont à disposition : au moyen de convection naturelle (passif) par des solutions diverses de dissipateurs, au moyen de convection forcée (actif) à l'aide de moteurs ou d'unités de ventilation ou au moyen de médias liquides (liquide de refroidissement).

Des composants électroniques et des systèmes possèdent, cependant, de nombreux paramètres annexes et conditions d'installation. Le choix d'une gestion thermique optimale se révèle pour cette raison souvent difficile. Il y a certainement des possibilités de calculer le bon concept de refroidissement par la résistance thermique en testant et en vérifiant directement dans l'application au moyen de prototypes, seulement, aujourd'hui plus que jamais, des adaptations mécaniques personnalisées sont demandées et exigées. Aucun traitement ultérieur mécanique, comme par exemple, des filetages ou des perforations supplémentaires peuvent être pris en considération pour le calcul de la résistance thermique comme réserves de sécurité de la température. Cependant, d'amples modifications exigent un nouveau contrôle de la situation thermique.



Afin de trouver la meilleure solution pour le concept de refroidissement, Fischer Elektronik offre, comme prestation, une simulation de chaleur assistée par ordinateur.

Facteurs pris en considération pour la simulation de dissipation



Avec la simulation thermique assistée par ordinateur les propriétés nécessaires du dissipateur, respectivement du concept de refroidissement peuvent être exactement déterminées. Sur la base de concepts physiques tel que conservation de la masse, de l'énergie et des impulsions, le logiciel prend en compte les conditions thermiques préalables pour une convection naturelle ou forcée. Parallèlement le système est basé sur le refroidissement par liquides. De plus, la simulation de chaleur calcule les effets physiques, comme par exemple, le rayonnement thermique et les turbulences. Les facteurs d'émissions de différentes surfaces jouent, de même, un rôle. En résultat, le logiciel de simulation offre l'application exacte pour une solution de la dissipation de chaleur de même qu'une aide énorme pour la prise de décision et pour l'interprétation du design électronique.

Avantages de la simulation assistée par ordinateur

La simulation assistée par ordinateur est déjà utilisée dans le développement de prototypes. Pour cela, des cycles de développement sont considérablement raccourcis. Des concepts non appropriés peuvent être, rapidement écartés sans grande perte de matériau,. En outre, beaucoup de fonctionnalités et options du système de simulation réduisent les dépenses en temps et en matériel, en comparaison à un système de simulation dans une chambre de mesure.

Nous vous conseillons volontiers et amplement sur le thème de la simulation de chaleur.

Répertoire des dissipateurs → A 13 - 17
 Usinés selon indications du client → A 135 - 136
 Profils spéciaux → A 138
 Éléments apparents et de décorat. → A 10

Dissipateurs pour SSR → A 11 - 12
 Dissipateurs moulés sous pression → A 123 - 136
 Tableau d'adjonction forme → A 18 - 20
 Exemple de commande dissipaters → A 21

Remarques:

1. Les valeurs indiquées dans nos diagrammes sont valables pour des dissipateurs anodisés noir et montés verticalement et en convection libre.

Facteurs de correction: surface naturelle: +10 à 15 % et pour montage horizontal: +15 bis 20 %

2. Nos profilés extrudés sont fabriqués selon la norme DIN EN 12020 concernant les profilés de précision (ancienne norme DIN 17615) pour les profilés s'inscrivant dans un cercle supérieur à 350 mm, leurs tolérances de fabrication correspondent à la norme DIN EN 755 (ancienne norme DIN 1748).

Remarques importantes:

Pour quelques composants électroniques spéciaux, particulièrement pour les modules avec une grande surface, les IGBT etc., les fabricants des composants stipulent des exigences spécifiques concernant la planéité de la surface de montage des dissipateurs etc., qui ne sont pas couvertes par les tolérances standard. Pour répondre à ces exigences, cette planéité peut seulement être achevée par un fraisage des surfaces de montage. En plus, il doit également être considéré qu'il peut être nécessaire d'utiliser des jeux de taraudage en aluminium, evt. l'utilisation de fil (Heli-Coil etc) pour augmenter la force de traction. Considérez également les remarques des fabricants des semi-conducteurs.

3. Les profilés des dissipateurs représentés dans le catalogue comportent des marquages d'extrudeuse entre les ailettes pour l'identification du profilé. Pour éviter des erreurs d'utilisation, l'utilisateur doit contrôler leurs dimensions et position avant un usinage mécanique ou avant le placement des composants.

4. Les canaux de filetage de profilés pressés ne sont pas des filetages conformes aux normes, car ils n'ont pas d'angles de filetage. L'angle est seulement formé par des nervures décalées. Son utilisation correcte relève de la responsabilité de l'utilisateur.

5. L'usinage mécanique de nos dissipateurs est conforme à la norme non tolérancée DIN ISO 2768 m sauf indications contraires. Pour tous les modèles ICK S la norme DIN ISO 2768c est applicable.

6. Les longueurs des dissipateurs [↔] ainsi que les perforations [⊕] données dans ce catalogue ne donnent qu'un aperçu de nos programmes standard. Nous réalisons à partir de votre plan ou échantillon, de même que l'usinage désiré, des profilés extrudés sur mesure. La modernité de notre parc de machines CNC, nous permet de réaliser des alésages, des perçages/taraudages en opérations simultanées (jusqu'à 26 à la fois), des fraisages et des estampages. De ce fait, nos prix sont compétitifs et nos délais de livraison des plus réduits. Nous sommes à même de réaliser le produit qui résoudra votre problème de refroidissement.

7. Nos dissipateurs de série sont fabriqués dans un alliage aluminium type EN AW 6060 – T66, trempé à chaud (ancienne type: AlMgSi05 – F22 à la norme DIN 1748). Les produits standard sont livrés en aluminium brut dégraissé (AL), anodisé noir (SA) ou avec une anodisation incolore (ME) et d'autres couleurs d'anodisation plus décoratives sont possibles sur demande.

8. Si dans notre gamme de 400 profilés standard, de 13 petits dissipateurs et parmi nos 50 modèles de dissipateurs "à doigts" vous n'avez pas trouvé le produit qui vous convient, il nous est possible de le réaliser selon vos plans. Nous sommes certains de pouvoir trouver une solution à votre problème de refroidissement.

9. Remarques sur les tolérances de fabrication.

Toutes les dimensions de nos fabrications de notre catalogue et des produits usinés sur demande (sauf précision spéciale) sont conformes à la norme DIN ISO 2768 m. A l'exception, entre autres, des profilés extrudés, des pièces moulées sous pression, des poignées et des amortisseurs d'oscillations pour lesquelles les normes distinctes sont valables.

Stand - août 2014

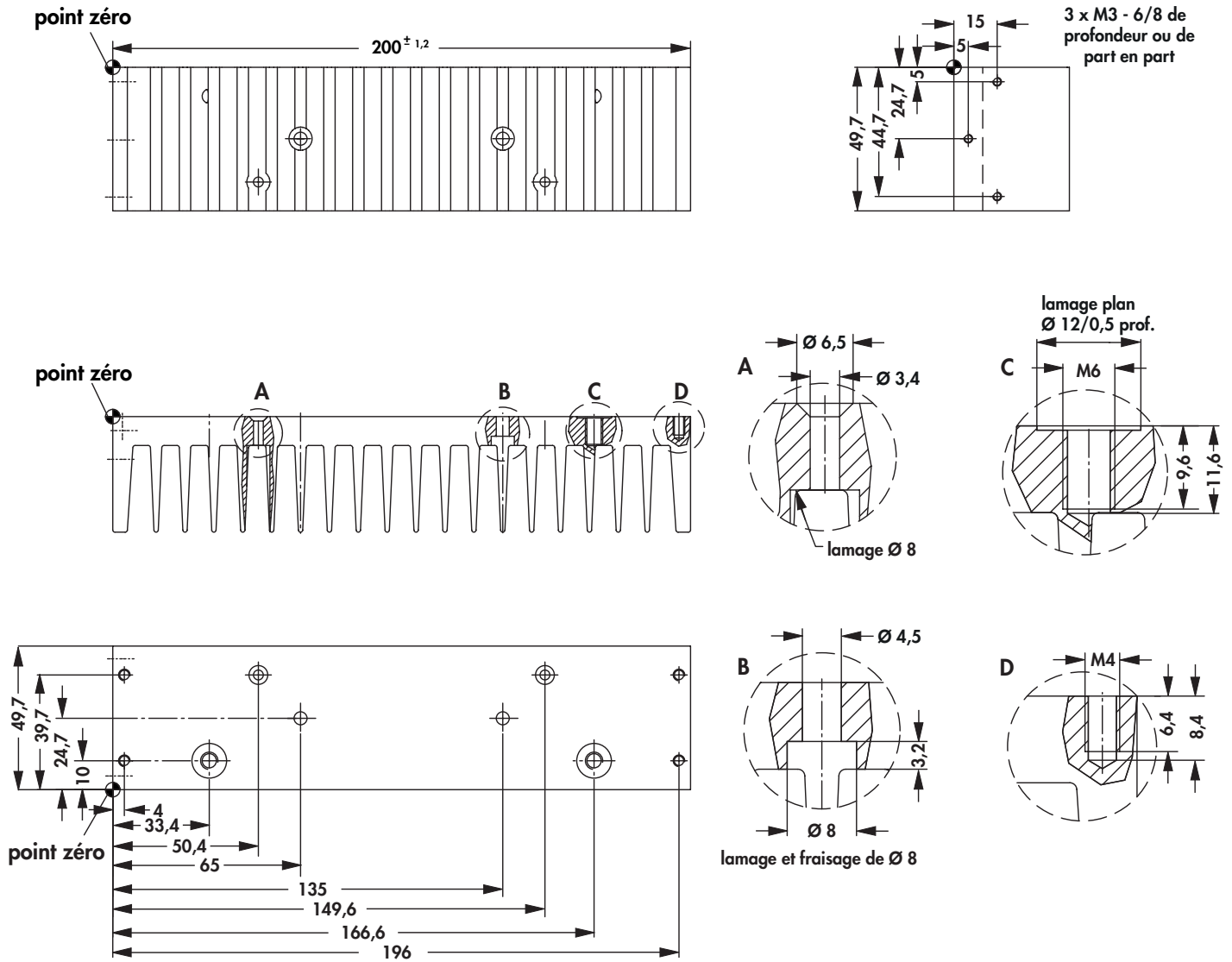
Nous déclinons toutes responsabilités sur les conséquences que pourraient occasionner d'éventuelles erreurs d'impression. Nous nous réservons le droit de modifier à tout moment certains aspects et caractéristiques techniques de ces produits dans un constant souci d'amélioration. Tous les produits de ce catalogue qui ne sont pas issus de nos fabrications et bien que ceux-ci ne soient pas mentionnés, conservent les caractéristiques et certifications garanties par leurs fabricants. La reproduction et la photocopie, même partielles, du contenu de ce catalogue sont seulement autorisées en cas d'une autorisation explicite et par écrit de la part de Fischer Elektronik. Toutes les informations données dans ce catalogue, les textes, les dessins, les documents sont soumis au droit d'auteur et à la remarque de protection qui limite l'utilisation de documents et de produits selon DIN ISO 16016. Tous droits réservés.

© Copyright Fischer Elektronik 1969 ... 2014

Remarques générales

Les trous borgnes sont habituellement percés après l'anodisation. Les trous de part en part sont percés avant l'anodisation. Là, où des faces sont exposées en permanence, un laquage supplémentaire de toute la pièce est recommandé ou une mise en place supplémentaire de filetages ou boulons de fixation.

Une partie des profilés est extrudée selon DIN EN 12020. Pour des profilés s'inscrivant dans un cercle circonscrit inférieur à 350mm, pour les profilés dépassant un cercle circonscrit de 350 mm, c'est la norme DIN EN 755 qui s'applique. Les tolérances d'usinage sont conformes à DIN ISO 2768 m



Répertoire des dissipateurs → A 13 - 17
 Usinés selon indications du client → A 135 - 136
 Profilés spéciaux → A 138
 Éléments apparents et de décorat. → A 10

Dissipateurs pour SSR → A 11 - 12
 Dissipateurs moulés sous pression → A 123 - 136
 Tableau d'adjonction forme → A 18 - 20
 Exemple de commande dissipaters → A 21

Remarques concernant les cotes de l'exemple SK 47 - généralités:

La flèche peut être de 0,8 mm concave ou de 0,2 mm convexe sur la largeur du profilé. Si une certaine planéité de la semelle est exigée, son épaisseur peut être réduite de 0,8 mm au maximum par surfacage. Le cas échéant, il est nécessaire d'en tenir compte pour la profondeur des trous borgnes.

Sauf instructions contraires, les perçages et les lamages sont réalisés selon DIN 74. La profondeur du filetage doit être calculée de la façon suivante.

Exemple M 5:

filetage: $\langle M \rangle 5 \times 1,6 \text{ mm} = 8 \text{ mm}$

carottage: $8 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 10 \text{ mm}$

Exemples::

coupe A: Perçage de part en part selon DIN 74 A m 3, lamage côté fond, dégagement des nervures.

coupe B: Perçage de part en part avec dégagement des nervures selon DIN 74 H m 4, lamage côté nervures.

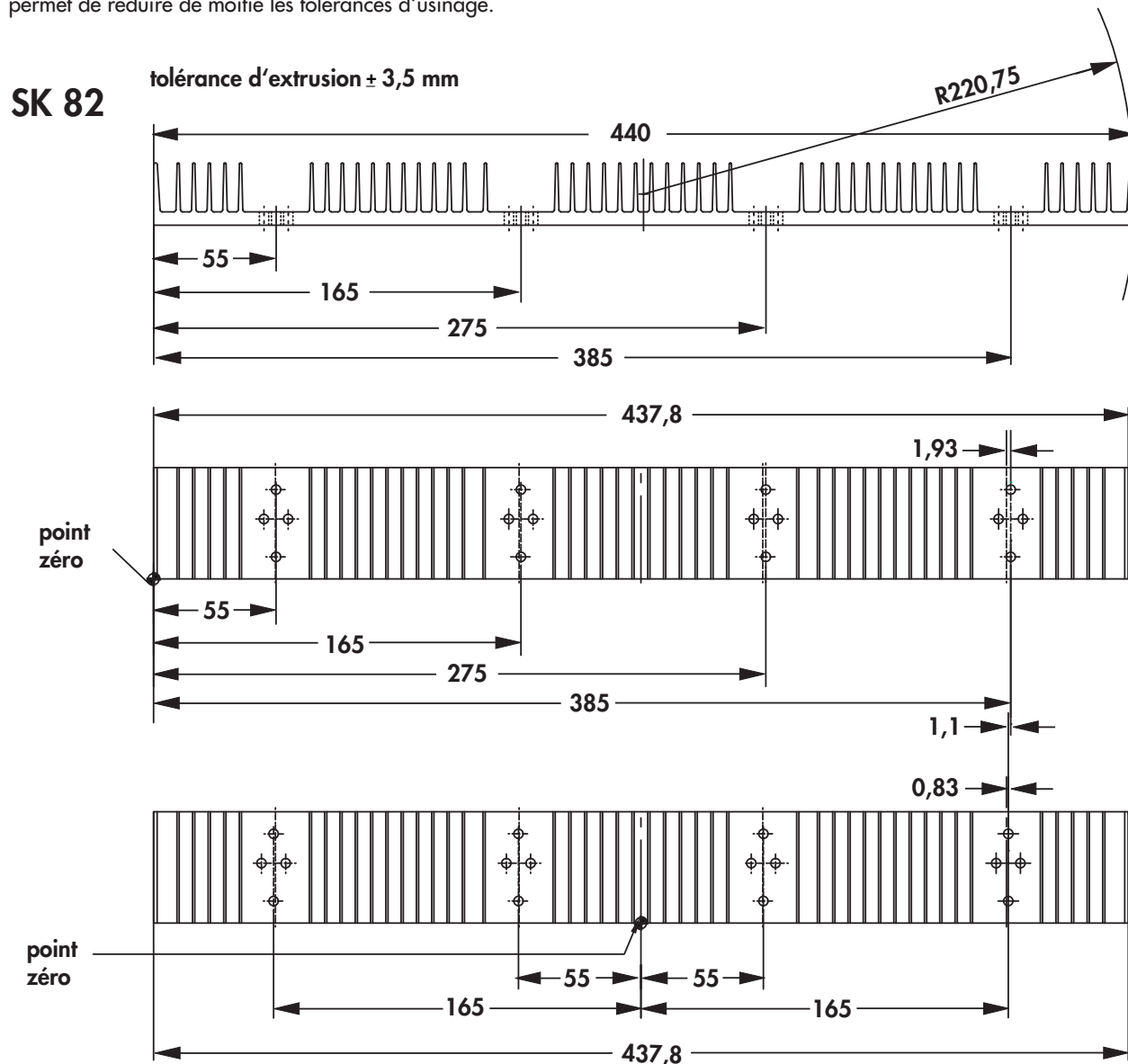
coupe C: Filetage M 6, profondeur du filetage $1,6 \times 6 \text{ mm} = 9,6 \text{ mm}$, profondeur de perçage $9,6 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 11,6 \text{ mm}$.
Lamage du perçage à la base de la nervure. Lamage plan $\varnothing 12 \times 0,5$ côté fond.

coupe D: Filet borgne M 4. Profondeur du filetage $1,6 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} = 6,4 \text{ mm}$, profondeur de perçage $6,4 \text{ mm} + 2 \text{ mm} = 8,4 \text{ mm}$.

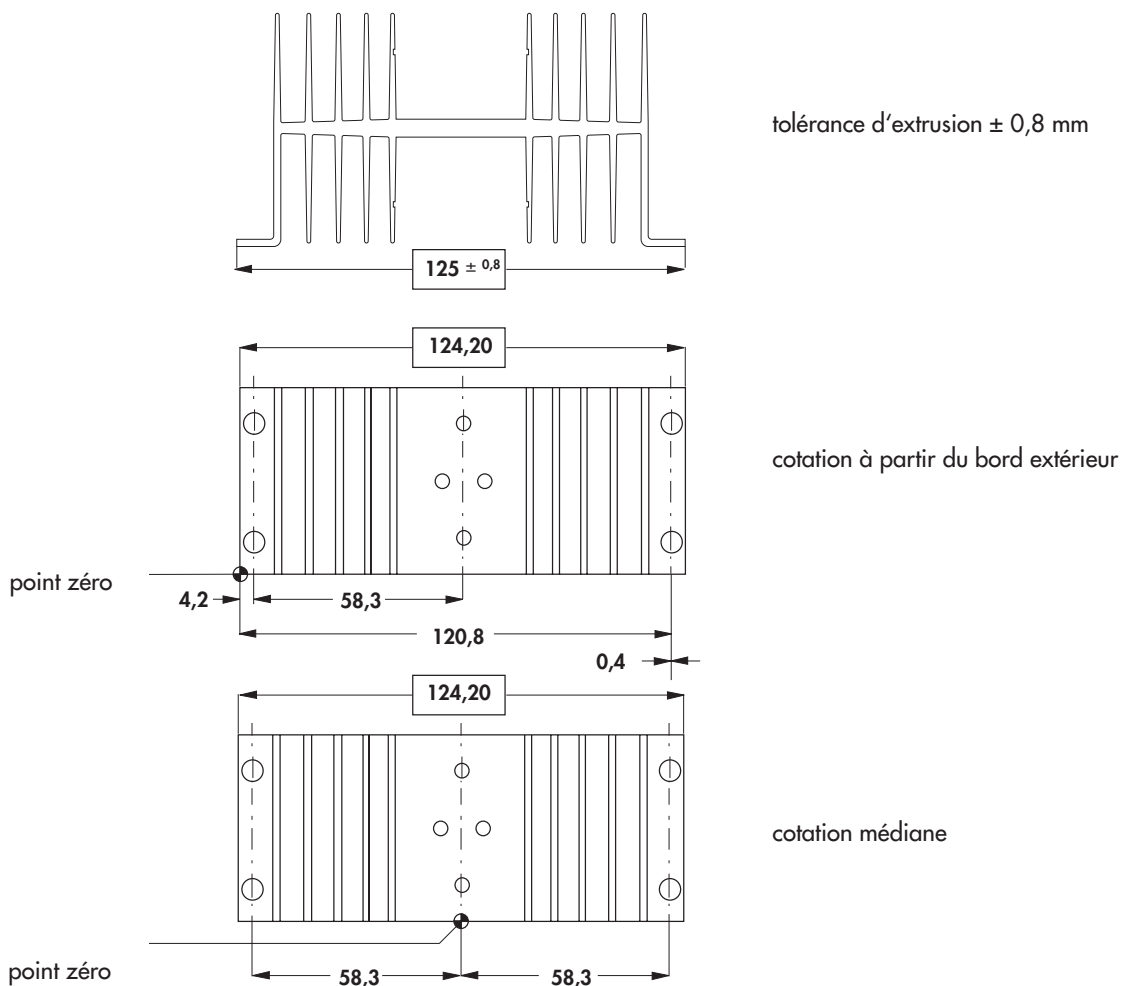
Tolérances d'extrusion – tolérances d'usinage

Le problème suivant se rencontre assez fréquemment: en raison des tolérances d'extrusion, il n'est plus possible de respecter les tolérances d'usinage.

Deux exemples montrent comment une cotation adroite (ici: le déplacement du point zéro du bord extérieur vers la médiane du profilé) permet de réduire de moitié les tolérances d'usinage.



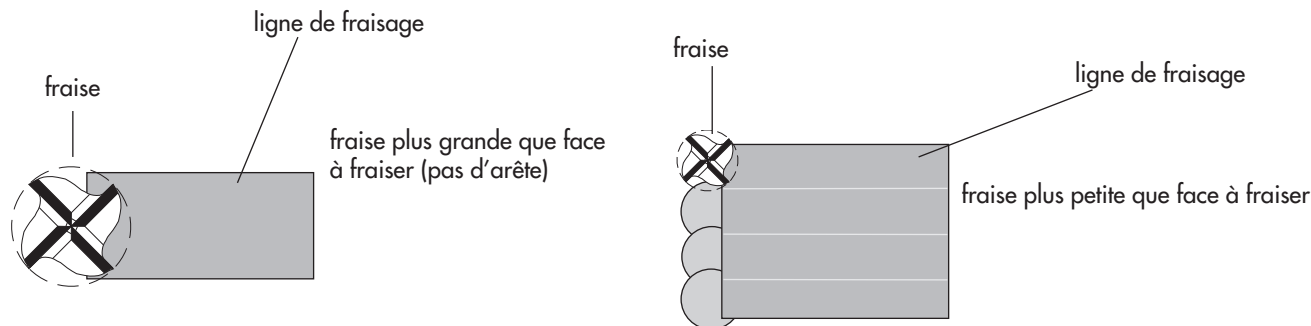
SK 34



En tenant compte des tolérances d'extrusion les plus défavorables, il en résulte entre les deux types de cotation une différence de 0,4 mm par rapport à l'axe de symétrie.

Surfaçage

Si le diamètre de la fraise utilisée pour le surfaçage de dissipateurs ou groupe de ventilation etc. est inférieur aux dimensions de la surface à fraiser, le fraisage parallèle entraîne l'apparition de „traces de fraisage“ avec des décrochements ou des arêtes (voir dessin). Même lorsque les indications de profondeur de rugosité sont respectées, il est judicieux de préciser les zones de surface pour lesquelles les traces de fraisage sont prohibées.



Répertoire des dissipateurs usinés selon indications du client → A 13 - 17
 Profils spéciaux → A 135 - 136
 Éléments apparents et de décorat. → A 138
 → A 10

Dissipateurs pour SSR → A 11 - 12
 Dissipateurs moulés sous pression → A 123 - 136
 Tableau d'adjonction forme → A 18 - 20
 Exemple de commande dissipaters → A 21

Impressions de dissipateurs et de pièces de boîtiers - Votre et notre temps de reproduction sont précieux!

Procédés de production:

Procédé d'impression numérique UV

L'impression haute résolution aux contours nets est garantie par une application précise de l'encre jusqu'à 1200 dpi. Les couleurs utilisées couvrent tout le spectre CMJN ainsi que les tons blancs et argentés. En utilisant une sous-couche entièrement blanche comme apprêt, des couleurs intenses sont produites même sur des surfaces sombres. La méthode d'impression permet même d'imprimer des dégradés de couleurs pour des images, des photos ou des logos. Les LED UV s'activent immédiatement après le processus d'impression et assurent une durabilité optimale de l'encre sur les surfaces rugueuses et lisses. Les matériaux plastiques, les composants peints et les surfaces en aluminium anodisées ou passivées de manière transparente peuvent être imprimés.

Sérigraphie

Dans le procédé de sérigraphie, l'encre d'impression est pressée à travers une toile fine à l'aide d'une racle sur le matériel à imprimer. Une couche photosensible est mise sur ledit tamis laquelle durcit sous rayons UV. Certains endroits qui doivent rester translucides sont couverts d'un film avant d'être exposés aux rayons UV. Le tamis ainsi formé est inséré dans la machine d'impression sérigraphique et la couleur désirée est répartie sur le tamis à l'aide d'une racle de sérigraphie. Dans une autre étape de travail, le cadre du tamis va être abaissé sur la pièce et la couleur passe par les parties nues du tamis le motif désiré sur le matériel à imprimer. Le durcissement suivant s'effectue soit en température ambiante, soit par lampe à rayons UV..

Impression par tampon

L'impression par tampon est un procédé indirect en héliogravure pour l'impression de différents objets dans presque toutes les formes et matériaux. Avec une racle, la couleur désirée est étirée sur un cliché et ensuite le surplus est retiré du cliché avec la racle de façon à ne laisser qu'un film de couleur dans les cavités. Dans une étape suivante, ledit tampon prend la couleur et la presse, par un mouvement de roulement, sur le matériau à imprimer. Le durcissement ultérieur des couleurs à deux composants s'effectue soit en température ambiante, soit par lampe infrarouge. La malléabilité du tampon d'impression permet l'impression sur des structures de surfaces variées, telles que convexes, concaves ou des parties courbées..

Impression par anodisation

L'impression par anodisation est un procédé spécial d'impression qui ne peut être utilisé que sur une surface en aluminium. La particularité de ce procédé est que la couleur est imprimée dans une surface en aluminium anodisée et à pores fins. Dans une première étape, l'article fabriqué est dégraissé dans une installation d'anodisation et décapé. Ainsi la couche naturelle d'oxyde de l'aluminium est retirée et crée une surface poreuse. Après le procédé d'anodisation, le motif désiré est maintenant appliqué sur la surface obtenue par impression numérique. La pièce en aluminium est au préalable chauffée à 50°C ce qui provoque le séchage rapide des couleurs appliquées. Après le durcissement, la surface du produit fini est colmatée dans un bain d'eau chaude. En raison du colmatage les pores ouverts se ferment et forment une couche d'oxyde dure sous laquelle la couleur appliquée auparavant est enfermée.

La commande pour l'impression doit comporter la police de caractères, leurs grandeurs et la place exacte de l'inscription avec leurs dimensions en prenant compte des perforations. Un logo souhaité de la société doit toujours être livré comme fichier vectoriel. Si ces directives ne sont pas respectées, la commande d'impression doit être éventuellement refusée ou, éventuellement signifierait un surcroît temporaire de travail ce qui entraînerait des frais supplémentaires.

Le respect des critères suivant permet une exécution sans difficultés de la commande:

Adobe Illustrator (.ai/.eps)	sans dessins à demi-ton; les types de caractères doivent être convertis en trajet ou fournis à la commande
Adobe Acrobat (.pdf)	tous types de caractères en annexe, les dessins à demi-tons séparés selon les couleurs (couleur à tons)
InDesign (.indd)	pleins ou en gamme) et avec la dissolution correcte (300 dpi pour couleurs, pour noir et blanc 600 dpi) pas d'RGB

Pour les versions suivantes la perte de temps est augmentée et entraîne des frais additionnels. –

Notre département de reprographie doit examiner si les données peuvent être utilisées:

Dans la plupart des cas, les formats d'écran, les modèles sur papier, les autocollants, etc... ne conviennent pas pour produire un modèle de marquage.

Modèles qui ne peuvent définitivement pas être utilisés:

des modèles souillées comme p.ex. télécopies sur papier/fichiers Microsoft Office (.doc, .xls, .ppt) ne peuvent être utilisés que pour examen.

Veuillez toujours ajouter des plans dimensionnés (.pdf; .dxt) aux pièces à imprimer!

La règle générale suivante est en vigueur: pour des travaux de retouche qui dépassent la norme au niveau de temps nous facturons des frais additionnels au prix de revient.