

FABLAB19

Réalisation d'un circuit imprimé avec EAGLE

Et machine à graver LPKF S62

1 INTRODUCTION

Ce document propose une solution pour la réalisation d'un circuit imprimé à partir du logiciel EAGLE, comprenant des trous mécaniques (trous de fixation) qui étaient simplement évoqués comme suit dans le § « prérequis » de la notice de A. Leroux de février 2016 : « *Pour des trous mécaniques spécifiques, il est conseillé de les réaliser dans une couche « autre » type couche « dessin » dans l'outil de routage* ». Ensuite est rappelé le mode d'emploi de la machine à graver.

2 CONFIGURATION REQUISE DES COUCHES EAGLE

Le dessin du circuit imprimé doit comporter les couches suivantes :

- N°1 : Top : côté composants traversants ou côté CMS (c.i. simple face).
- N°16 : Bottom : côté cuivre ou face opposée aux CMS (c.i. simple face). Si des CMS sont prévus sur le côté Bottom d'un circuit double face, vérifier que leur dessin est bien inversé par rapport à ceux du côté Top sur la vue d'ensemble car ils sont vus par transparence. Enfin, si le c.i. est simple face, seule la couche correspondant à la face cuivrée sera utilisée (Top pour CMS ou Bottom pour traversants).
- N°17 et 18 : Pads, et Vias pour c.i. double face.
- N°20 : Dimension : contour du c.i. et trous mécaniques (fixations).
- N°44 : Drills : trous de passage des comp. traversants, des Pads et des Vias.
- N°45 : Holes : trous mécaniques (fixations).

Remarque : la répétition des trous de fixation dans la couche « Dimension » qui contient le contour du c.i. n'est pas obligatoire, mais recommandée car elle permet d'éviter le routage d'une piste par mégarde à l'emplacement d'un trou mécanique.

Les trous de fixation ont généralement une forme circulaire, toutefois d'autres formes sont possibles, oblongues ou polygonales, mais dans ce dernier cas, les angles seront arrondis au rayon de courbure de la fraise de coupe.

Bien entendu, le dessin Eagle comporte également beaucoup d'autres couches, mais elles ne sont d'aucune utilité pour la gravure du circuit sur la PROTOMAT S62.

3 GENERATION DES FICHIERS UTILISABLES DANS CIRCUITCAM

Pour générer automatiquement les fichiers qui seront importés dans le logiciel CIRCUITCAM avant gravure, il est nécessaire d'utiliser un « processeur CAM » à partir du dessin EAGLE. Le processeur CAM utilisé précédemment (EEE_milling.cam) avait le défaut d'ignorer les trous mécaniques, et de plus, il générait des fichiers inutiles de « rubout ».

Ce « processeur » a donc été modifié, sous le nom « FABLAB19JLA_milling.cam », et son contenu figure en annexe. Il est aussi disponible sur le « bureau » du poste de travail LPKF. Il devra être placé dans le sous-dossier « cam » de EAGLE.

Il convient au préalable d'exécuter la commande « run drillcfg » qui permet de créer le fichier .drl permettant de vérifier si les diamètres de tous les trous de perçage prévus par le projet correspondent bien à tous les forets disponibles sur la machine. Les trous non conformes seraient ignorés et il faudrait les modifier dans le projet. Pour les repérer sur le dessin, exécuter l'outil « DrillLegend » (Tools), qui affiche en couche n° 140 le tableau des perçages classés par diamètre, affectés chacun d'un symbole différent, facilement repérables sur la couche « Drills ». Après modifications éventuelles, sauvegarder le projet. Attention : la présence du fichier .drl est indispensable pour les phases suivantes.

Cela fait, on peut lancer le CAM Processor FABLAB19JLA_milling.cam. (File ->CAM Processor puis dans la fenêtre qui s'ouvre, clic sur «Load job file -> open cam file », et rechercher le fichier FABLAB19JLA_milling.cam dans l'arborescence pour l'ouvrir). Répondre non à la demande de sauvegarde du projet sauf si cette sauvegarde a été oubliée à la fin de la phase précédente. Dans la fenêtre qui s'ouvre, choisir en haut à droite les unités « imperial », et pour chacun des fichiers de sortie Drill et Gerber, choisir 2 pour le nbre d'entiers et 5 pour le nbre de décimales. Actionner ensuite « Process Job »

Répondre oui au deux avertissements concernant l'activité des couches Holes puis Drills, -> OK, puis « Open Folder » dans la fenêtre « Job processed successfully ».

Vérifier dans le dossier projet qui vient de s'ouvrir que les fichiers suivants ont bien été créés :

- .drd et .dri pour les perçages (.drl a été créé précédemment)
- .cutting_inside pour les trous mécaniques (nouveau)
- .bottom (voir définition au §2)
- .outline pour le contour du c.i.
- .top (voir définition au §2)

Enfin, fermer la fenêtre du « CAM Processor », et cliquer sur « ne pas tenir compte » dans la fenêtre de demande de sauvegarde du « CAM job ». Quitter EAGLE et copier tous les fichiers précités sur clé USB (y compris .drl) pour les importer dans CIRCUITCAM.

4 GENERATION DU PROJET LPKF

4.1 Importation des couches de base

Ouvrir le logiciel CIRCUITCAM (mot de passe ordinateur : lpkf). Commencer par vérifier la configuration par Settings -> General Settings. Choisir comme unités : « inches ».

Importer ensuite les différentes couches composant le projet en débutant par les trous mécaniques : File -> Import, et ouvrir le fichier .cutting_inside, Le dessin des trous s'affiche. Vérifier dans l'onglet Format que les dimensions correctes s'affichent en inches. Dans le menu Layer/template, choisir la couche de destination CuttingInside, puis OK.

Opérer de même pour le contour extérieur du c.i. : File -> Import -> .outline -> layer BoardOutline.

Répéter l'opération pour la couche « Top » : File -> Import -> .top -> layer TopLayer. (Si cette couche est nécessaire : voir §2).

Puis la couche « Bottom » : File -> Import -> .bottom -> Layer BottomLayer. (Si cette couche est nécessaire : voir §2).

Enfin, importer les perçages de la façon suivante : File -> Import -> .drd

Attention : il convient à ce stade de rectifier le nbre de décimales à la valeur 5 au bas de l'onglet Format. Sélectionner ensuite la couche de destination DrillPlated puis OK.

Le projet est maintenant pourvu de toutes ses couches de base. Il va pouvoir être complété par le calcul des chemins d'usinage, mais il est prudent de l'enregistrer : File -> Save avec l'extension .cam.

4.2 Calcul du chemin de contour extérieur

Menu Tool path -> Contour routing

Dans la fenêtre qui s'affiche, choisir Outside, source : couche : BoardOutline, couche de destination : CuttingOutside, Breakout : 4 côtés, puis cliquer sur **RUN (pas OK !)**. Le contour qui sera usiné s'affiche à la périphérie du c.i. Par prudence, sauvegarder le projet.

4.3 Calcul du chemin d'usinage des trous mécaniques

Reprendre le Menu Tool path -> Contour routing

Cette fois, choisir Inside, source : couche CuttingInside, couche de destination : CuttingInside, Breakout : None, puis **Run**. Vérifier le dessin d'usinage à l'intérieur des trous et sauvegarder le projet.

4.4 Calcul du chemin de contour des pistes Top

Menu Tool path -> Insulate

Dans l'onglet Main (principal), sélectionner la couche Top Layer (si elle existe).

Ouvrir l'onglet Advanced et modifier Rubout Milling sur Concentric et Primary Overlap sur 10%. **Ne pas cliquer sur OK**, mais revenir à l'onglet Main et cliquer sur **Run**. Les contours des pistes s'affichent sur le dessin. Sauvegarder le projet.

4.5 Calcul du chemin de contour des pistes Bottom

Reprendre la même procédure (§ 4.4), en sélectionnant cette fois la couche BottomLayer (si elle existe). Sauvegarder.

4.6 Calcul du RUBOUT des couches Top et Bottom

Les deux phases précédentes ont servi à programmer l'usinage du cuivre à la périphérie des pistes, mais on peut définir une zone partielle ou la totalité de la face où le cuivre sera éliminé pour rendre le circuit conforme au dessin initial du projet.

Cliquer sur l'icône à gauche « Rubout all layers »

Sélectionner la zone voulue (ou l'ensemble de la face) en cliquant en bas à gauche de cette zone, puis en haut à droite, puis reprendre la procédure Toolpath -> Insulate décrite au §4.4 pour la couche Top. Pour la couche Bottom (si elle existe), reprendre la procédure du §4.5. Le dessin montre alors la trace de passage des fraises d'usinage. Sauvegarder le projet.

4.7 Exportation du projet LPKF

Cette phase consiste à enregistrer le projet sous une forme qui sera compréhensible par la machine à graver LPKF PROTOMAT S62.

File -> Export -> LPKF -> LPKF Circuit Board Plotter


Enregistrer le fichier avec l'extension .LMD et le copier sur clé USB si la machine est connectée à un autre poste.

5 USINAGE DU C.I.

5.1 Préparation de la machine

Tout d'abord, allumer la machine PROTOMAT S62. S'assurer que l'aspirateur des poussières d'usinage est raccordé et en fonction. Refermer le capot.

Ouvrir le logiciel Board Master 5.1.214

Vérifier l'absence d'outil dans la tête d'usinage. Si c'est le cas, dans la boîte de dialogue Tool status qui s'affiche, désactiver toutes les entrées et mettre 0 dans la case indiquant la position de destination l'outil. Si ce n'est pas le cas, exécuter « QuickLoad » pour déposer l'outil (dernière cde de la liste de sélection des outils, premier menu déroulant en haut à gauche). Envoyer la tête en position parking par le bouton :  et ouvrir le capot.

Attention : par mesure de sécurité, aucun mouvement de la tête et du plateau de la machine ne sont possibles avec le capot ouvert.

Vérifier la position des outils conformément à la feuille de configuration standard.

Installer la plaque à graver préalablement percée pour recevoir les pions de fixation, et bien l'immobiliser en périphérie par des rubans adhésifs. Refermer le capot.


5.2 Importation du projet




Importer le projet généré au § 4 :

Menu File -> Import -> LMD, et sélectionner le fichier .LMD sur la clé USB.

La visu du projet se place au centre de la zone d'usinage.

Dans le menu « Configuration » -> « Phases », pour chacune des opérations d'usinage successives, il faut préciser le côté de la plaque sur laquelle elle s'effectuera. Pour un circuit simple face avec CMS côté Top, on décochera la case « racle » pour toutes les phases, alors que pour un c.i. double face ou simple face à composants traversants, cette case devra être cochée pour la phase MillingBottom, qui nécessitera un retournement de la plaque. A noter que le terme « racle », originaire de l'industrie textile, désigne le côté cuivre pour un circuit simple face avec composants traversant, correspondant à la couche « Bottom ». Vérifier que la visu du projet correspond bien au dessin de la couche Top, y compris le positionnement correct des trous, et que la couche Bottom, si elle existe, apparait symétriquement par rapport à l'axe horizontal.

Pour optimiser l'utilisation de la plaque à graver, déplacer le projet dans le coin d'une zone disponible, en gardant un espace libre de 12mm minimum depuis les bords. Pour ce faire, cliquer sur le bouton :  Tirer un coin du projet avec le bouton gauche de la souris, et relâcher à l'emplacement voulu. Pour déplacer à nouveau le projet, il faudra re cliquer le bouton précité.

Vérifier que la zone est accessible par l'outil en le déplaçant aux quatre coins du projet et repositionner ce dernier si nécessaire. Pour ce faire, cliquer sur le bouton :  Placer l'outil successivement aux 4 coins du projet avec un clic gauche de la souris. Après chaque déplacement, re cliquer le bouton  pour atteindre un autre point. Le bord inférieur de la jupe butée du porte-outil ne doit pas déborder de la plaque, ni être gêné par un ruban adhésif. Pour une réalisation de plusieurs circuits identiques, on peut copier le projet plusieurs fois sur l'espace de travail en cliquant le bouton : 

5.3 Usinage

L'usinage de la plaque peut maintenant s'effectuer, phase par phase.

Commencer par percer les trous des composants, pads et vias : dans la liste de sélection de phases (deuxième menu déroulant en haut à gauche), choisir « DrillingPlated », puis cliquer le bouton « All+ » et enfin, le bouton « Start ». Après un délai de mise en chauffe de la machine, le perçage des trous commence, avec le changement automatique d'outils pour tous les diamètres nécessaires. Vérifier que l'usinage s'effectue bien à l'emplacement attendu, sinon, effectuer un arrêt d'urgence en ouvrant le capot (remarque valable pour toutes les phases). Si une fenêtre apparaît en signalant qu'un outil arrivé en fin de vie doit être changé, ne pas en tenir compte en cliquant sur « non ».

La phase de perçage étant terminée, on peut passer à la phase d'usinage de la couche Top (si elle existe), en sélectionnant la phase « MillingTop », puis cliquer « All+ » et « Start ». L'usinage s'effectue en commençant par la fraise la plus fine.

Ensuite, la couche Bottom (si elle existe) doit être usinée en retournant la plaque. Vérifier encore que le dessin du projet apparaît bien symétriquement par rapport à la ligne médiane. Sélectionner « MillingBottom », puis « All+ » et « Start ». Après l'usinage de la couche Bottom, remettre la plaque à l'endroit.

Terminer par les phases « CuttingInside » pour les trous mécaniques (fixations), et enfin, « CuttingOutside » pour le contour extérieur du circuit. Cette phase doit être effectuée en dernier car ensuite, le circuit ne tient plus que par 4 attaches fines, à rupture facile.

A la fin, ranger le dernier outil utilisé par la commande « QuickLoad » (dernière du menu de sélection d'outil) et envoyer la tête d'usinage en position Parking par le bouton P.

Sur l'ordinateur, quitter le logiciel Board Master : File -> Exit, sans oublier la clé USB.

Ouvrir le capot et mettre l'interrupteur de la machine sur « Off ». Retirer les pions de centrage et les rubans adhésifs et récupérer la plaque usinée, puis débarrasser l'espace de travail de la poussière qui n'aurait pas été aspirée et enfin, refermer le capot.

Jean-Louis Amiard, 08/10/2018

