ON4CRD — Club Radio Durnal
Rue des Écoles · 5530 Purnode · BE

ON4CRD-RK-R2

Manipulateur CW iambique à sortie PhotoMOS

RK-CW

> R2 — conception pour prototypage ; matériel non construit, mesures et ajustement à réaliser.



Vue de conception du boîtier — prototype non construit.

Comprendre le circuit, préparer le matériel, fabriquer, câbler et vérifier. Consigner les résultats réels dans la fiche de recette ; les contrôles numériques ne valent pas mesure.

Configuration et interfaces

Élément	Spécification proposée
Logique	Nano classique ATmega328P 5 V/16 MHz ; Optiboot à vérifier sur le Nano
Manipulation	Palettes à contacts secs, modes A/B ; vitesse nominale 5–40 WPM
Sortie proposée	Commande positive +12 V DC / 5 mA maximum, à qualifier
Interface de sortie	PhotoMOS AQY221R2SZ commandé par 2N3904
Arrêt logiciel	STOP, activité continue 30 s, réarmement après relâchement 250 ms
Carte	100 × 65 mm ; domaine KEY flottant séparé du GND logique

Fonctionnement du circuit

Le firmware mémorise les palettes, filtre les contacts et fige vitesse/mode pour l'élément ou la séquence appropriée. Le mode A termine sans l'élément opposé supplémentaire après squeeze ; le mode B le conserve. Le retour sonore est indépendant de la sortie isolée.

GPIO D4 commande la base de Q1 via R8 ; Q1 alimente la LED du PhotoMOS avec R5. R7 maintient la base au repos pendant reset. R9 définit un repli lent lorsque le curseur de vitesse est débranché ; ce repli et les tolérances sont à vérifier sur la carte réelle.

KEY_OUT et KEY_RETURN appartiennent au seul domaine de sortie. Ils ne se raccordent ni au GND logique, ni au blindage USB. Les valeurs de tenue du composant optique ne sont pas une qualification du circuit complet pour le secteur ou un ancien manipulateur à tube.

Le démarrage inhibe la sortie tant que les palettes ne sont pas relâchées. Une activité continue anormale de 30 s ou STOP retire la commande ; relâcher les deux palettes pendant 250 ms pour réarmer. Le watchdog de 2 s nécessite le bootloader Optiboot réellement présent ; la simulation ne prouve pas celui de la carte achetée.

Calculs et limites du modèle

Unité nominale tdit=1200/WPM ms ; trait=3 unités et intervalle=1 unité. À 40 WPM, une unité vaut 30 ms. Le courant de LED calculé avec les hypothèses d'alimentation et de transistor est de 5,898–9,134 mA. Le bêta forcé maximal calculé de Q1 vaut environ 6,093 sous hypothèses GPIO haut ≥4,2 V et VBE≤0,85 V ; ce niveau GPIO doit être mesuré sous charge, notamment à la tension USB minimale.

La résistance ON maximale de catalogue du PhotoMOS choisi est 1,25 Ω sous ses conditions ; à 5 mA cela correspond à une chute calculée de 6,25 mV, avant les fils et contacts. Les délais de commutation de catalogue sont des limites de composant ; mesurer la durée effective au port KEY avec la charge du poste.

Les chronogrammes des 38 scénarios AVR incluent le contrôle logiciel, pas un modèle électromécanique du poste ou des délais du PhotoMOS. Le niveau sonore du piezo et la fidélité de manipulation réels restent à vérifier.

Câblage et connectique

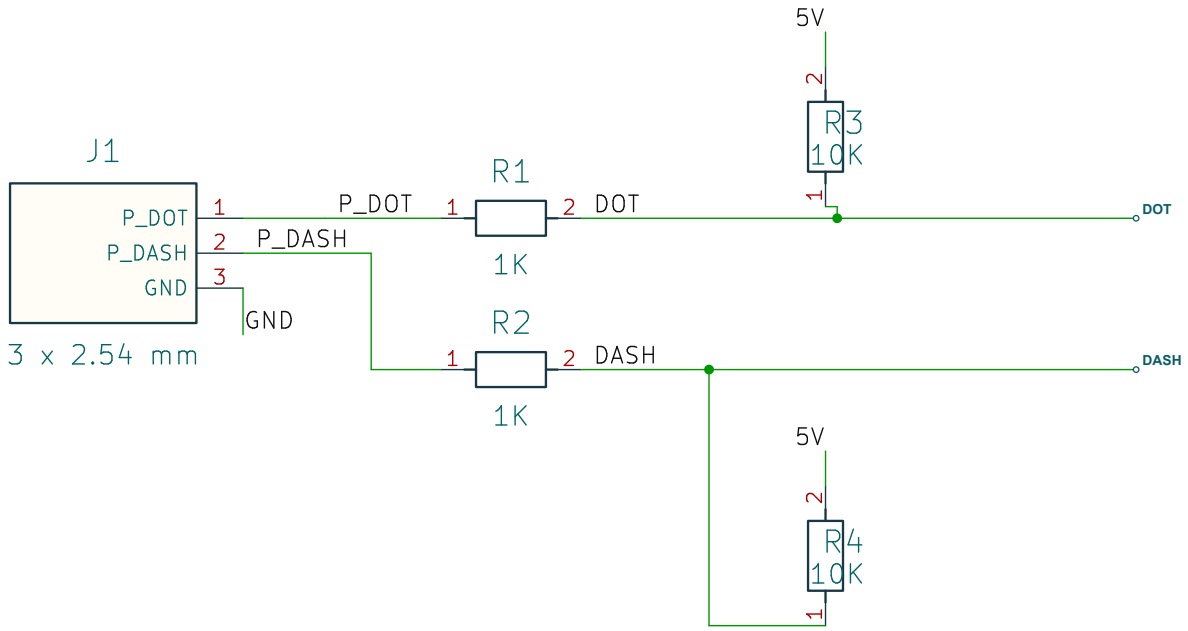
Repère	Connexions	Contrôle
Palette/J1	Pointe=point P_DOT ; anneau=trait P_DASH ; corps=GND	Contacts secs, jamais de tension externe
KEY/J2	J2.1 → pointe KEY_OUT ; J2.2 → corps KEY_RETURN	Connecteur isolé du châssis et de l'USB ; vérifier d'abord le poste
Piezo/J3	PIEZO et GND vers piezo passif spécifié	Ne pas remplacer directement par un haut-parleur de faible impédance
Vitesse/J4	J4.1 5 V → borne physique 3 (CW) ; J4.2 SPEED → borne 2 ; J4.3 GND → borne 1 (CCW) du PDB181	Sens horaire croissant ; vérifier le repli si curseur ouvert
MODE/J5	Bascule : ouvert=A, fermé=B	Isoler toutes les cosses inutilisées ; changement effectif selon séquence
USB	Alimentation et console 115200 du Nano classique	Débrancher le poste lors de la programmation et des premières recettes

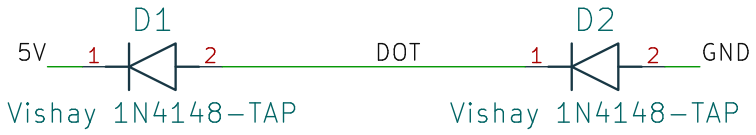
Lecture du circuit par fonction

Les détails reprennent le schéma natif. Un fil coupé par le cadre porte son nom de connexion ; les vues de câblage précisent les composants hors carte. La feuille complète suit ces vues.

Palettes, résistances et diodes de protection

J1 reçoit uniquement des contacts secs ; DOT et DASH rejoignent les entrées D2 et D3 du Nano.





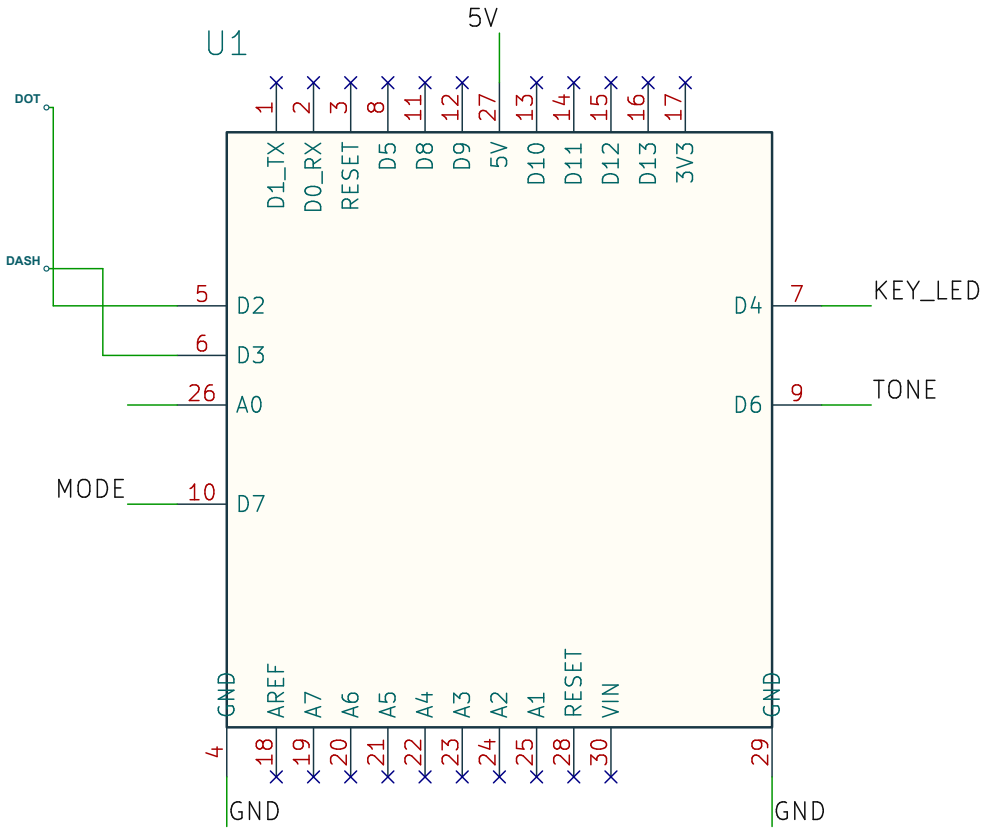


Points = raccordements · mêmes noms = même connexion · prototype à qualifier sur matériel réel

Palettes, résistances et diodes de protection — J1 reçoit uniquement des contacts secs ; DOT et DASH rejoignent les entrées D2 et D3 du Nano.

Nano, découplage et référence de repos

Alimentation USB du Nano. SPEED et MODE viennent des connecteurs de commande.



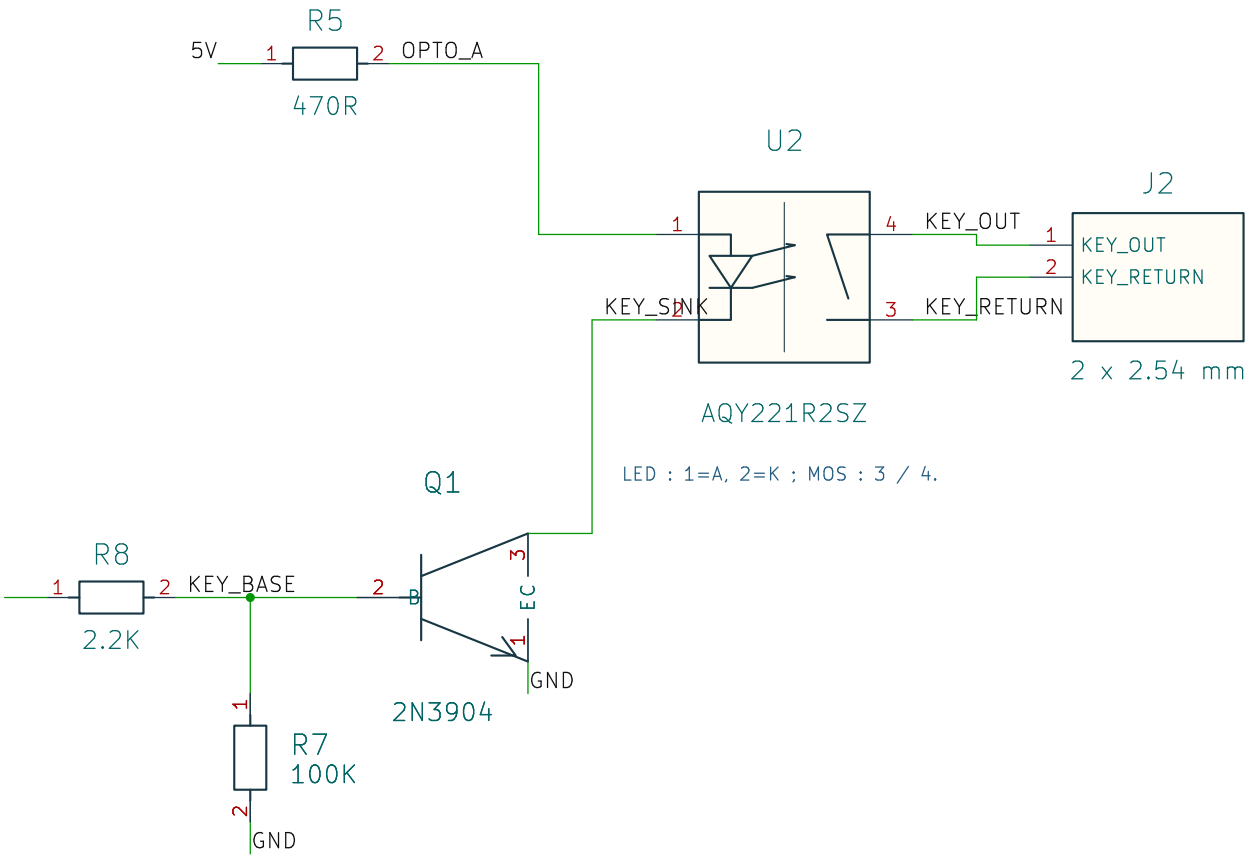


Points = raccordements · mêmes noms = même connexion · prototype à qualifier sur matériel réel

Nano, découplage et référence de repos — Alimentation USB du Nano. SPEED et MODE viennent des connecteurs de commande.

Commande optique et sortie flottante

La frontière optique sépare le domaine USB et le domaine KEY. Ne pas relier KEY_RETURN à GND.

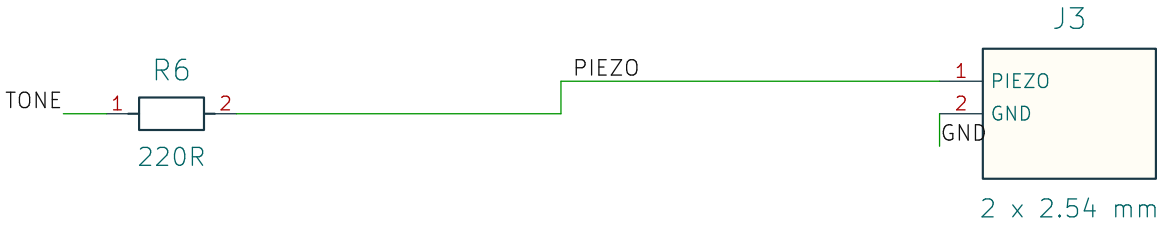


Points = raccordements · mêmes noms = même connexion · prototype à qualifier sur matériel réel

Commande optique et sortie flottante — La frontière optique sépare le domaine USB et le domaine KEY. Ne pas relier KEY_RETURN à GND.

Retour sonore local

R6 limite le courant du piezo passif. Le retour sonore reste dans le domaine USB.

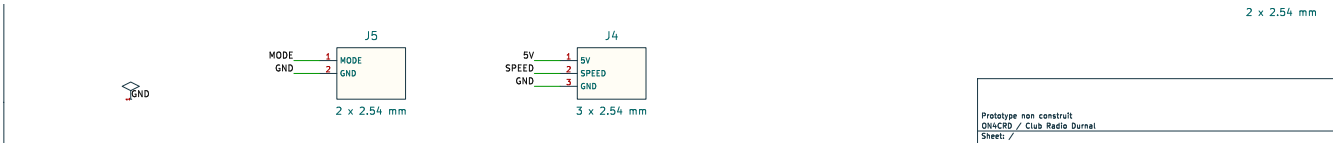


Points = raccordements · mêmes noms = même connexion · prototype à qualifier sur matériel réel

Retour sonore local — R6 limite le courant du piezo passif. Le retour sonore reste dans le domaine USB.

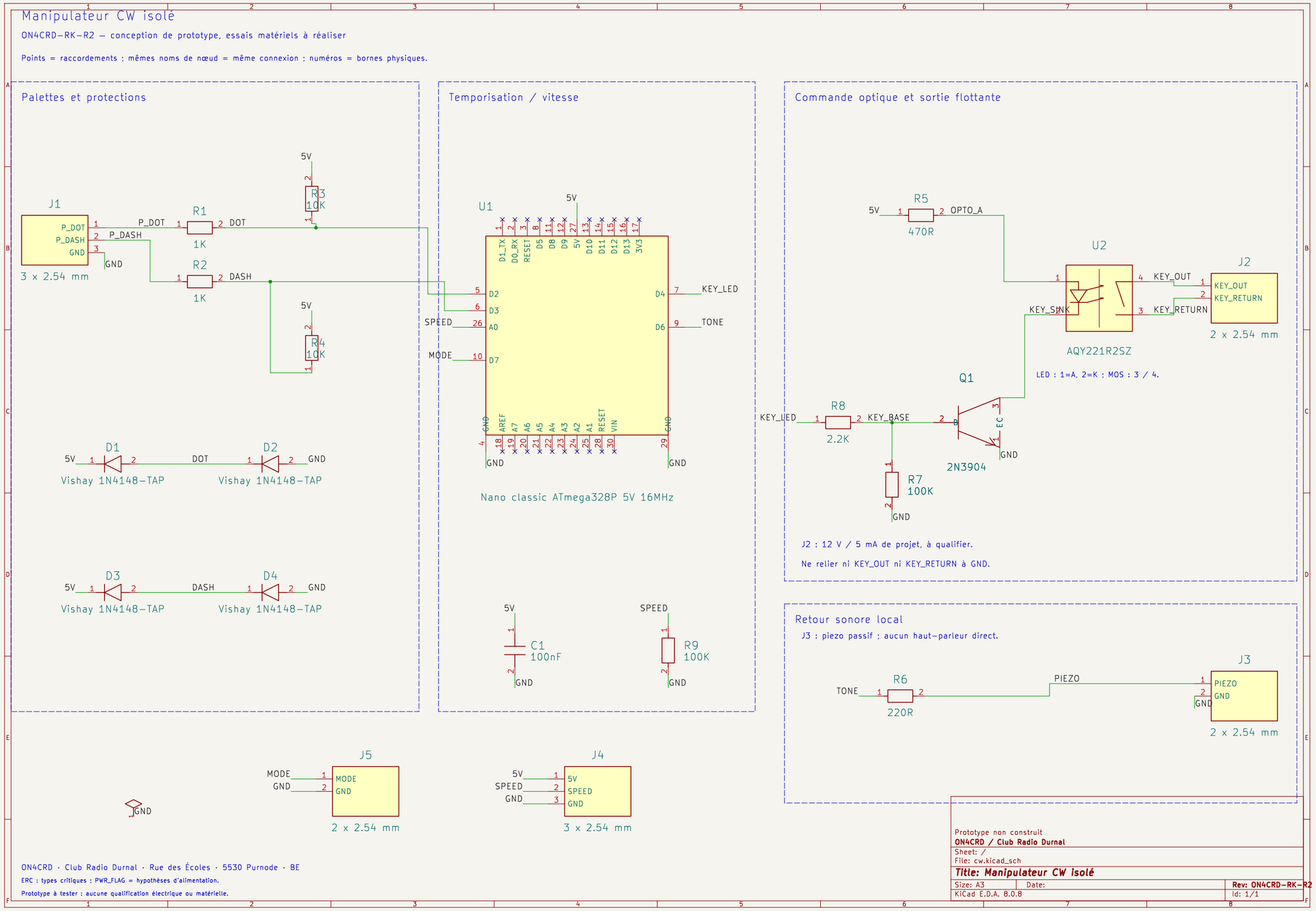
Vitesse, mode et points de mesure

Les bornes et les points de mesure portent les mêmes noms que les blocs qu’ils rejoignent.



Points = raccordements · mêmes noms = même connexion · prototype à qualifier sur matériel réel

Vitesse, mode et points de mesure — Les bornes et les points de mesure portent les mêmes noms que les blocs qu’ils rejoignent.

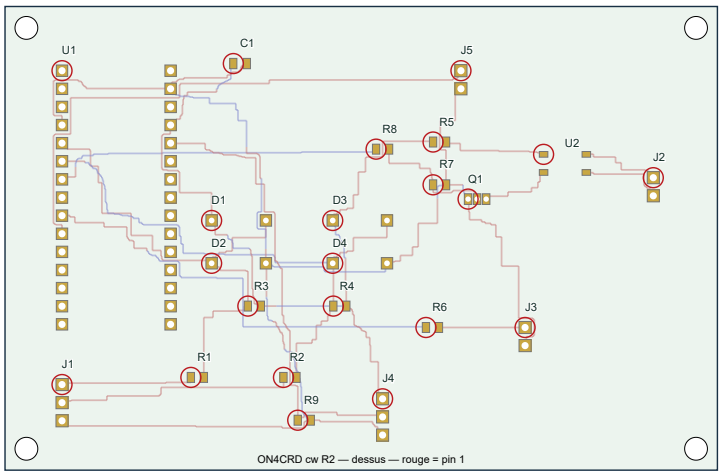


Manipulateur CW isolé — A3 paysage. Le KiCad éditable reste la référence de fabrication.

Circuits imprimés et implantation

Fabrication : FR4 1,6 mm, deux couches cuivre 35 µm, masque deux faces. Gerber et perçages Excellon dans fabrication/. Le PCB KiCad donne les dimensions, polarités et numéros de pastilles ; assembly.svg repère les composants et la broche 1.

Les schémas R2 sont organisés en blocs fonctionnels avec fils et types de broches critiques. Des vues de lecture vectorielles détaillent ces fonctions ; les six populations PRE sont renseignées individuellement et le câblage hors carte est dessiné. Le rapport ERC décrit les hypothèses de sources par PWR_FLAG. ERC, DRC et parité netlist/PCB contrôlent les fichiers ; ils ne mesurent ni les performances ni les interfaces physiques.



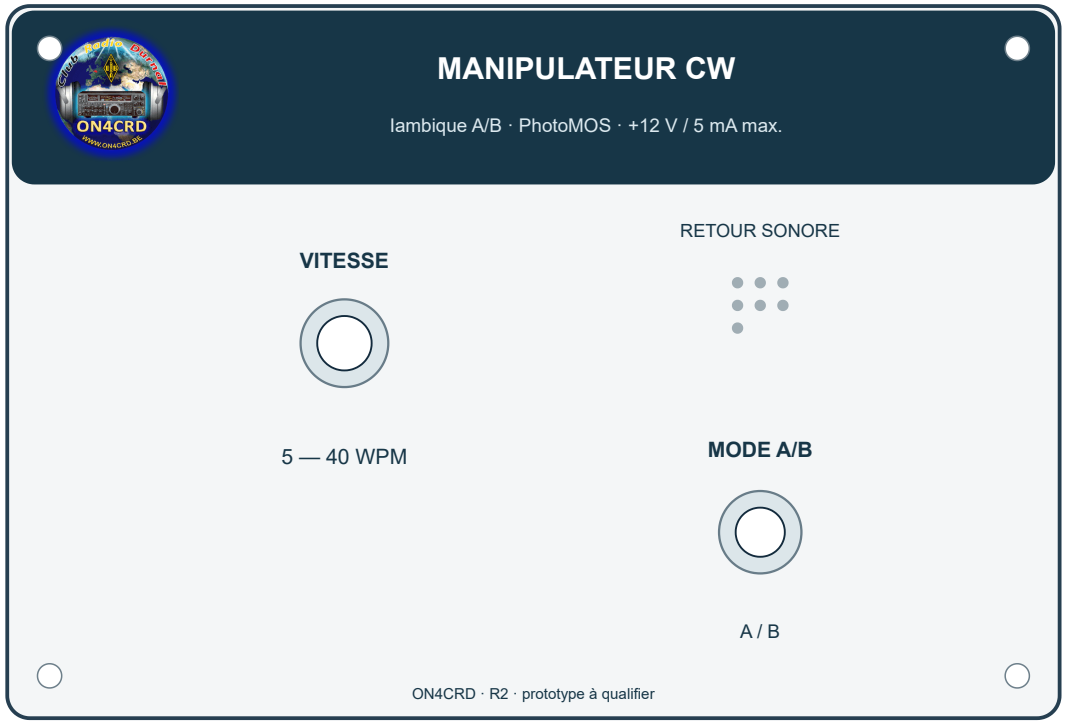
cw — dessus — quantité 1 — cercle rouge : pastille 1.

Boîtier et face avant

Boîtier : base, couvercle 3 mm et lèvre de positionnement 2 mm, jeu nominal 0,4 mm. Les STL fermés ont été vérifiés numériquement ; aucune pièce n’a été imprimée ni ajustée. Faire un coupon avec le matériau et l’imprimante choisis avant impression complète.

front.svg/front.dxf sont les plans de perçage ; panel-art.svg est l’habillage, distinct du gabarit. Imprimer à 100 % et contrôler une cote au réglet. Vérifier les pièces achetées avant perçage. preview.svg est une illustration de conception.

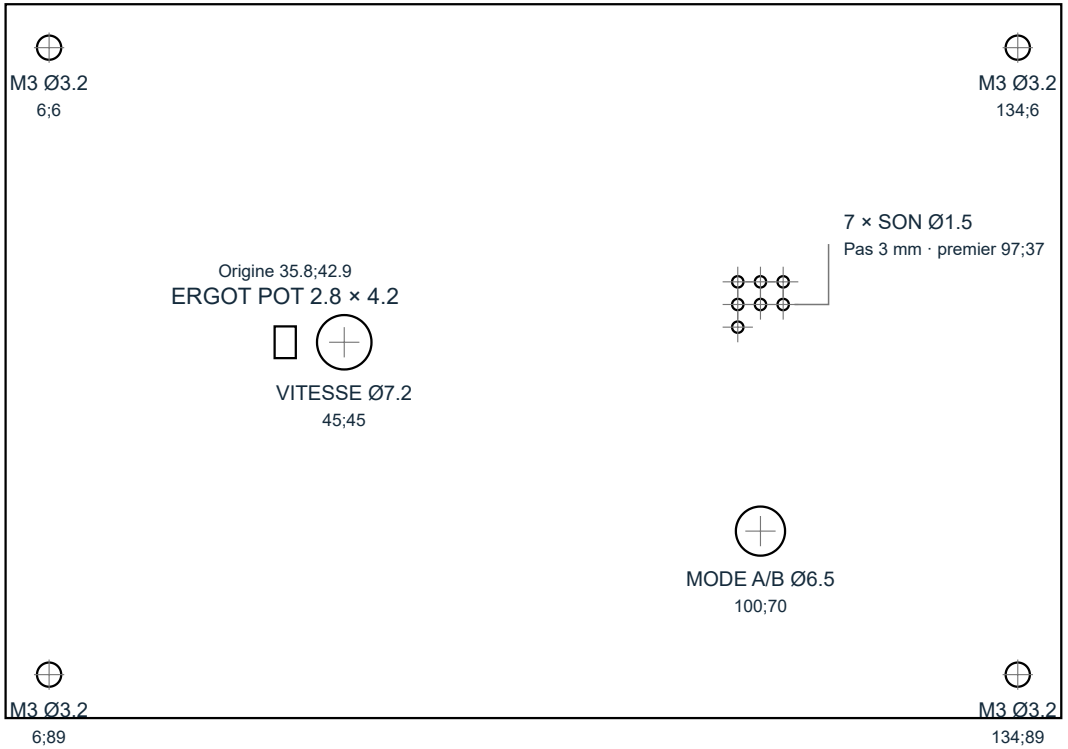
Le PETG n’assure pas un blindage RF. Voir cases/README-fr.txt pour cloisons, isolation et liaisons conductrices. Aucune qualification secteur, CEM ou certification de sécurité n’est fournie.



Habillage et repères des commandes ; utiliser les plans cotés pour le perçage.

ON4CRD cw R2 — face supérieure

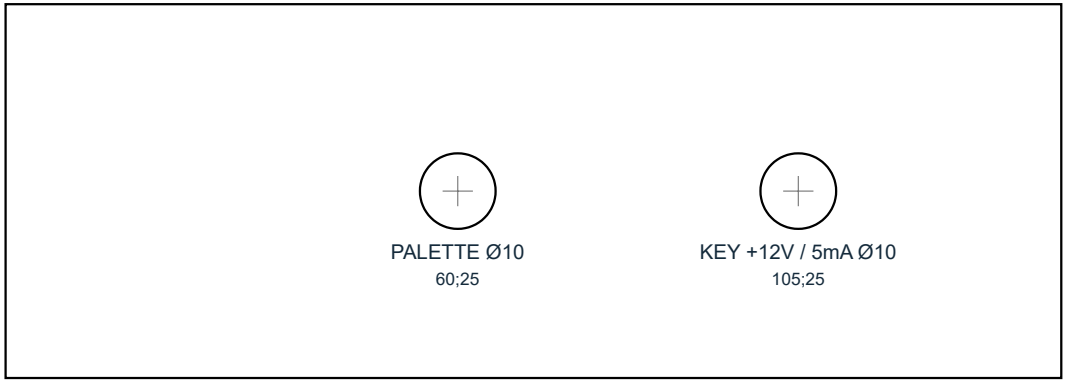
Pièce 140 × 95 mm · origine haut gauche · impression 100 %



Plan de perçage avant et dessus ; cotes en millimètres. Échelle 1:1 dans le PDF, imprimer sans ajuster.

ON4CRD cw R2 — face connecteurs

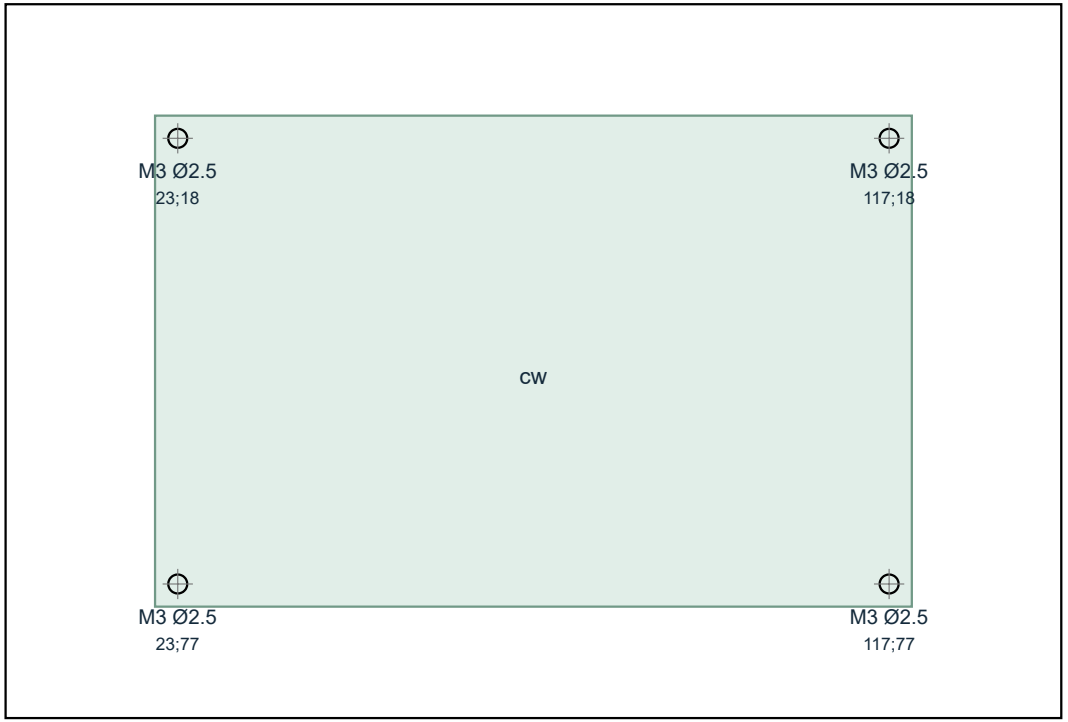
Pièce 140 × 50 mm · origine haut gauche · impression 100 %



Plan arrière ; cotes en millimètres. Échelle 1:1 dans le PDF, imprimer sans ajuster.

Implantation intérieure — cartes à z=9 mm

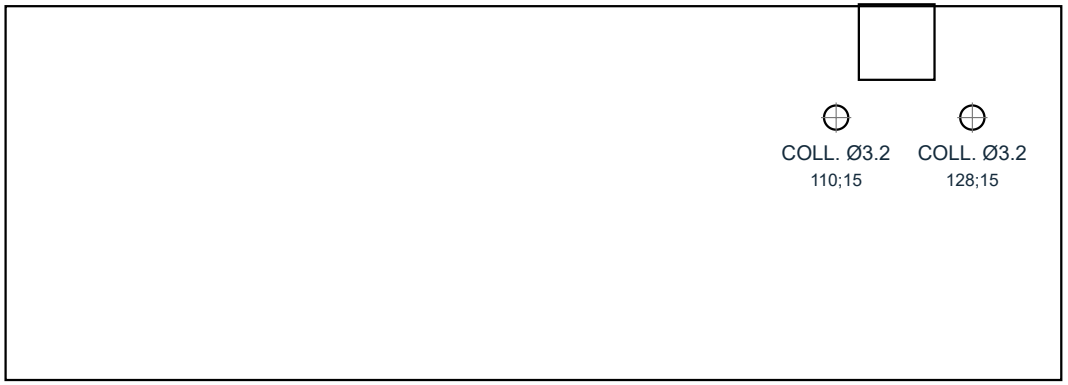
Pièce 140 × 95 mm · origine haut gauche · impression 100 %



Implantation intérieure ; vérifier les dégagements réels. Échelle 1:1 dans le PDF.

Arrière — passage USB et fixation par colliers

Pièce 140 × 50 mm · origine haut gauche · impression 100 % USB 10 × 10



Face arrière USB et fixation des colliers ; cotes en millimètres, échelle 1:1.

Liste du matériel

DNP / quantité 0 : emplacement non monté. Les points de test peuvent être réalisés en pastilles. Contrôler le CSV et le schéma de la population choisie avant commande.

Référence	Quantité	Valeur / spécification	Référence fabricant	Empreinte / montage
cw.U1	1	Nano classic ATmega328P 5V 16MHz	Arduino A000005	Module:Arduino_Nano
cw.J1	1	3 x 2.54 mm	Samtec TSW-103-07-G-S	Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x03_P2.54mm_Vertical
cw.R1	1	1K	Yageo RC0805FR-071KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R2	1	1K	Yageo RC0805FR-071KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R3	1	10K	Yageo RC0805FR-0710KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R4	1	10K	Yageo RC0805FR-0710KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.D1	1	Vishay 1N4148-TAP	Vishay 1N4148-TAP	Diode_THT:D_DO-35_SOD27_P7.62mm_Horizontal
cw.D2	1	Vishay 1N4148-TAP	Vishay 1N4148-TAP	Diode_THT:D_DO-35_SOD27_P7.62mm_Horizontal
cw.D3	1	Vishay 1N4148-TAP	Vishay 1N4148-TAP	Diode_THT:D_DO-35_SOD27_P7.62mm_Horizontal
cw.D4	1	Vishay 1N4148-TAP	Vishay 1N4148-TAP	Diode_THT:D_DO-35_SOD27_P7.62mm_Horizontal
cw.U2	1	AQY221R2SZ	Panasonic AQY221R2SZ	Package_SO:SO-4_4.4x4.3mm_P2.54mm
cw.R5	1	470R	Yageo RC0805FR-07470RL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.J2	1	2 x 2.54 mm	Samtec TSW-102-07-G-S	Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x02_P2.54mm_Vertical
cw.Q1	1	2N3904	onsemi 2N3904	Package_TO_SOT_THT:TO-92_Inline
cw.R7	1	100K	Yageo RC0805FR-07100KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R8	1	2.2K	Yageo RC0805FR-072K2L	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R9	1	100K	Yageo RC0805FR-07100KL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric
cw.R6	1	220R	Yageo RC0805FR-07220RL	Resistor_SMD:R_0805_2012Metric

Référence	Quantité	Valeur / spécification	Référence fabricant	Empreinte / montage
cw.J3	1	2 x 2.54 mm	Samtec TSW-102-07-G-S	Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x02_P2.54mm_Vertical
cw.J4	1	3 x 2.54 mm	Samtec TSW-103-07-G-S	Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x03_P2.54mm_Vertical
cw.J5	1	2 x 2.54 mm	Samtec TSW-102-07-G-S	Connector_PinHeader_2.54mm:PinHeader_1x02_P2.54mm_Vertical
cw.C1	1	100nF	KEMET C0805C104K5RACTU	Capacitor_SMD:C_0805_2012Metric
cw.PCB	1	100 × 65 mm ; FR4 1,6 mm ; 2 couches 35 µm	ON4CRD-RK-R2	Gerber + Excellon
BOX1	1	Base et couvercle PETG R2 avec lèvre de positionnement	enclosure.scad ; voir plans cotés	Fabrication locale
FIX-LID	4	Vis M3x12 + rondelle M3	ISO 7045 / ISO 7089	Couvercle 3 mm
FIX-PCB	4	Vis M3x6 + rondelle isolante	ISO 7045 M3	Ne pas dépasser les avant-trous
INS1	1	Feuille PET isolante 0,25 mm sous cartes	Découpe selon plan intérieur	Ne remplace pas une isolation secteur
SOCK1	2	Support femelle Nano 1×15, pas 2,54 mm	Samtec SSW-115-01-G-S	Nano classique A000005, jamais Every/33/ESP32/R4
JACK1-JACK2	2	Jack TRS panneau à corps métallique	Switchcraft 35FM3	Trou Ø10 mm ; panneau PETG non cuivré, contrôler le corps et le retour KEY
RV1	1	Potentiomètre linéaire 10 kΩ, panneau	Bourns PDB181-K420K-103B	Trou Ø7,2 mm ; sens à contrôler au câblage
S1	1	Bascule DPDT ON-ON à souder	NKK MN22SS1W01	Trou Ø6,5 mm ; remplace M2022SS1W01 ; isoler les pôles inutilisés
BZ1	1	Piezo passif	Murata PKM13EPYH4000-A0	Fixé au couvercle, aucun haut-parleur direct
USB1	1	Câble USB-A vers Mini-B	StarTech USB2HABM1	Retenue par colliers
TIE1	2	Collier nylon 2,5×100 mm	Fourniture locale	Fixation câble USB
WIRE1	1	Fil souple isolé et gaine, environ 1 m	UL1007 AWG24	Garder le domaine KEY indépendant

Montage

1. Monter résistances, diodes et condensateur, puis Q1 et le PhotoMOS en vérifiant le repère 1 et le brochage E/B/C de la référence 2N3904 choisie. Les variantes de boîtier de transistor ne sont pas interchangeables sans contrôle.
2. Inspecter le dégagement du domaine KEY et l'absence de pont de cuivre/soudure. Monter le Nano sur ses supports dans le sens indiqué. Ne jamais relier KEY_RETURN au GND pour simplifier un câble.
3. Fixer piezo et commandes, puis câbler palette, vitesse et mode. Le boîtier CW ne reçoit pas un blindage qui joindrait accidentellement le domaine KEY ; contrôler les connecteurs réels et la retenue du câble USB.
4. Vérifier le bootloader et construire ou employer le seul HEX applicatif du profil atmega328/Optiboot. Ne pas employer le profil atmega328old et ne pas programmer un bootloader par la présence d'un fichier auxiliaire exporté.

Réglage et recette matérielle

Critères proposés, à mesurer sur le prototype ; aucune ligne ci-dessous n'est un résultat d'essai.

1. Avant raccordement au poste, vérifier l'isolement des deux domaines au multimètre puis la polarité et le courant de commande LED. Mesurer GPIO D4 haut sous charge, la tension de base et VCE de Q1 aux extrêmes d'alimentation proposés. Commencer avec une alimentation limitée et une charge de substitution isolée, par exemple 5 V / 10 kΩ au port KEY.
2. Mesurer le port KEY, pas seulement GPIO D4 : points, traits, intervalle, délais et tension résiduelle pour plusieurs vitesses. Qualifier le domaine +12 V / 5 mA progressivement avec un banc adapté avant le poste réel.
3. Tester démarrage avec point, trait et squeeze maintenus. Vérifier modes A/B, mémorisation d'une frappe, relâchement et changement de mode en séquence. Observer également le piezo et le sens de réglage du potentiomètre.
4. Sur charge de substitution, vérifier la limite continue de 30 s, le relâchement 250 ms et la commande STOP. Tester le reset watchdog sur une carte au bootloader identifié ; le retour doit rester inhibé jusqu'au relâchement.
5. Console : STATUS décrit version, vitesse, mode et état ; STOP ne permet jamais d'activer la sortie. Vérifier les lignes longues/incomplètes et un flot série excessif sans dégrader les chronogrammes. Le logiciel peut perdre des réponses de diagnostic pour préserver la manipulation.
6. Mesurer d'abord la tension et le courant de la prise manipulateur du poste. Si le domaine ou la polarité sont inconnus ou hors limites, ne pas raccorder. Un défaut physique de sortie ne se traite pas uniquement par le watchdog logiciel.

Dépannage

Observation	Cause à rechercher	Contrôle
Sortie bloquée au démarrage	Palette maintenue ou erreur de câblage	Débrancher le poste et contrôler le relâchement des deux contacts
STATUT de verrouillage / plus de manipulation	STOP ou activité continue trop longue	Relâcher les deux palettes pendant 250 ms et vérifier les contacts
Redémarrages en boucle	Bootloader ancien ou alimentation	Vérifier Optiboot et les rails ; ne pas masquer le watchdog

Observation	Cause à rechercher	Contrôle
GPIO fonctionne, KEY ne ferme pas	PhotoMOS, Q1, repères ou câblage du domaine flottant	Mesurer le courant LED et la sortie sur charge de substitution
Vitesse instable ou son faible	Curseur, alimentation ou piezo non adapté	Contrôler R9, les connexions et le type de transducteur

Micrologiciel, compilation et interfaces

Notice commune aux deux firmwares. Les limites propres au kit restent celles de ce dossier. Les HEX livrés contiennent uniquement l'application, jamais le bootloader.

```
ON4CRD RADIO-KITS R2 — MICROLOGICIELS NANO CLASSIQUE

ÉTAT DU LIVRABLE
Sources C++ compilées pour ATmega328P, 5 V, 16 MHz. Les scénarios AVR exécutent
le code machine .hex ; ils ne remplacent aucun essai sur électronique réelle.
Les détecteurs RF, la référence, le PhotoMOS, le poste et le bootloader physique
ne sont pas modélisés. Aucun téléversement ni essai matériel n'a été effectué.

MATÉRIEL ET CONSTRUCTION
Employer le Nano classique compatible A000005 et le bootloader Optiboot du
profil arduino:avr:nano:cpu=atmega328. Les Nano Every/33/ESP32/R4 ne conviennent
pas. Le profil atmega328old est exclu : son ancien bootloader peut boucler après
un reset watchdog. Vérifier le bootloader réellement présent avant utilisation.
Le rapport de construction vérifie la configuration du cœur et l'empreinte du
fichier Optiboot installé ; il ne prouve pas le contenu d'une carte achetée.

Outils de référence : Arduino CLI 1.3.1 et cœur arduino:avr 1.8.6.
Depuis la racine du dépôt, avec les outils déjà installés :
  node scripts/radio-kits/build-firmware.mjs
  node scripts/radio-kits/simulate-firmware.mjs
ARDUINO_CLI permet de choisir l'exécutable ; RK_BUILD_SCRATCH choisit le
répertoire temporaire de compilation. RK_AVR8JS peut désigner un module
avr8js 0.21.0 installé séparément. Les sources et HEX doivent correspondre
aux SHA-256 du rapport ; le simulateur rejette un binaire périmé.

Le script de construction conserve les fichiers intermédiaires (ELF, EEPROM
et images combinées avec bootloader) dans RK_BUILD_SCRATCH, hors de
l'arborescence publiée. Il copie seulement les applications cw.ino.hex et
swr.ino.hex dans firmware/<projet>/build/. Employer ces seuls HEX applicatifs
avec le profil indiqué ci-dessus.
Débrancher poste CW et source RF pendant programmation et première mise au point.
La compilation ne lance aucun upload. Ne pas reflasher un bootloader sans motif.

RK-CW — CONTRAT ET UTILISATION
D2 point, D3 trait, D4 commande positive du PhotoMOS via son étage transistor,
D6 piezo passif, D7 mode, A0 vitesse. D7 ouvert : mode A ; D7 à la masse : B.
Le mode est mémorisé pour toute la séquence en cours ; un changement de mode
ne transforme pas un relâchement de squeeze déjà engagé. Vitesse 5–40 WPM ;
unité nominale 1200/WPM ms, trait trois unités, intervalle une unité.
La durée est figée à chaque élément. Les contacts sont filtrés 4 ms ; le
potentiomètre est moyenné avec hystérésis. Une nouvelle frappe de la même
palette pendant un élément est mémorisée ; un contact maintenu puis relâché
ne crée pas de queue indue. Le mode B conserve un élément opposé après squeeze.

La sortie reste inactive au démarrage tant que les deux palettes ne sont pas
relâchées. Une activité continue de 30 s provoque l'arrêt ; les deux contacts
doivent ensuite être relâchés pendant 250 ms pour réarmer. Les pauses normales
sans élément en attente terminent la séquence et remettent ce compteur à zéro.
Le watchdog nominal de 2 s redémarre le MCU si le programme cesse de le servir.
Ces durées sont logicielles/nominales ; leur comportement matériel reste à vérifier.
La résistance matérielle de rappel garde la commande inactive pendant reset.

Console USB 115200 bauds, commandes terminées par retour à la ligne :
  STATUS : version, vitesse, mode de la séquence et état.
  STOP   : retire la commande immédiatement, puis impose le relâchement 250 ms.
Les commandes ne permettent jamais d'activer la sortie. Les lignes longues ou
incomplètes depuis plus d'une seconde sont rejetées. Le diagnostic UART est
non bloquant : sous un flot excessif, des réponses peuvent être perdues pour
```

préserver la temporisation CW. STATUS peut être renvoyé après arrêt du flot.
Le firmware ne modélise pas les délais du PhotoMOS : les mesurer séparément.
Le domaine du projet reste 12 V DC / 5 mA à qualifier ; ce n’est pas une sortie
pour manipulateur à tube, tension négative inconnue ou secteur.

RK-SWR — MATÉRIEL R2 OBLIGATOIRE
A0 directe, A1 réfléchie, A2 sélection de bande, D3 poussoir RAW ; LCD parallèle
RS D8, E D9, données D10..D13. D4 ADC_ENABLE commande les deux canaux utiles
du TMUX1511 et reste bas au démarrage/pendant un défaut de référence.
La référence REF3330 3,0 V alimente AREF et le potentiomètre de bande.
analogReference(EXTERNAL) est sélectionné avant toute acquisition. Ne jamais
exécuter ce binaire sur le contrôleur R1 dépourvu de cette référence et du mux.
Les nouveaux diviseurs de tête et résistances de contrôle changent le gain :
une calibration R1 est invalide, et son enregistrement EEPROM est refusé.

Une lecture de la bande interdite interne nominale de 1,1 V contrôle grossièrement
la présence de la référence : fenêtre proposée 300..470 codes sur le convertisseur
10 bits. Ce test volontairement large n’établit pas que la référence vaut 3,000 V,
ne contrôle pas précisément le 5 V USB, et ne remplace pas le multimètre.
Mesurer les rails et AREF avec un instrument adapté avant calibration et usage.
Un défaut détecté est mémorisé, désactive ADC_ENABLE et affiche REFERENCE FAULT.
REFCHECK relance cette vérification grossière après correction de la cause.
Le firmware ne distingue pas un ADC bloqué à une valeur plausible d’une porteuse
réellement stable. Il ne doit pas servir d’interverrouillage d’amplificateur.

CALIBRATION MESURÉE, SANS VALEURS PAR DÉFAUT
Neuf indices de bande 0..8 : 1,8 / 3,5 / 7 / 10 / 14 / 18 / 21 / 24 / 28 MHz.
Six points k=0..5 : 50 / 100 / 200 / 1000 / 5000 / 10000 mW.
Mesurer les deux sens séparément avec une source stable, une charge 50 ohms et
une référence de puissance au plan de la tête. Retourner la tête pour étalonner
le sens réfléchi et revérifier les connexions/plans de référence. Identifier la
paire tête/contrôleur, les instruments, la température et la fréquence de mesure.
Reporter les vrais codes ADC ; aucune valeur de simulation n’est un étalonnage.
Les points doivent croître strictement et être séparés d’au moins trois codes,
dans 3..1018. Ce critère numérique ne certifie pas la qualité des mesures.

Console USB 115200 bauds, commandes avec retour à la ligne :
  SET b F|R k adc : édite le BROUILLON, sans modifier les courbes actives.
  DUMP   : affiche les dix-huit lignes du brouillon, six codes chacune.
  ACTIVE   : affiche les courbes actuellement actives.
  APPLY   : vérifie les paires F/R complètes et les points monotones,
                   puis active en RAM. Toutes les bandes non vides doivent être
                   complètes ; les bandes encore vides restent non calibrées.
  SAVE   : applique un brouillon valide puis sauvegarde dans le journal.
  DISCARD   : abandonne le brouillon depuis le dernier APPLY, pas la RAM active.
  STATUS   : schéma, génération, brouillon modifié, stockage et diagnostic.
  REFCHECK   : contrôle grossier AREF après correction d’un défaut mémorisé.
APPLY seul est perdu à la coupure. L’affichage *RAM le rappelle tant que SAVE
n’a pas réussi. Un brouillon modifié supprime l’affichage numérique et montre
CAL EDIT / APPLY ; une erreur de saisie ne remplace pas la calibration active.
Une paire F/R incomplète ou non monotone ne peut être ni appliquée ni sauvegardée.
Une ligne de commande trop longue, signée, hors limites ou expirée est rejetée.

EEPROM : schéma R2, deux emplacements de 256 octets, enregistrement de 246 octets
avec compteur de génération et CRC16. La signature n’est publiée qu’après les
données et le CRC. Au démarrage, le dernier emplacement valide est choisi ;
une sauvegarde interrompue peut conserver la précédente. SAVE sans modification
ne réécrit pas l’EEPROM. Les dommages, l’usure et les coupures réelles restent
à tester ; le CRC16 n’est pas une certification de sûreté.

MESURE ET AFFICHAGE
Porteuse sinusoïdale stable, domaine à qualifier 1–10 W incident et 1,8–30 MHz.
Aucune mesure PEP. Interpolation d’amplitude sqrt(P) entre les points mesurés,
sans extrapolation ; les points eux-mêmes retournent exactement leur puissance
nominale, notamment la frontière 1 W. Les moyennes de trente-deux conversions
sont contrôlées pour saturation et dispersion ; seuil de dispersion proposé
de douze codes crête à crête, à vérifier avec l’électronique réelle.

Sous 1 W direct, hors plage, en saturation ou avec une calibration absente, le ROS numérique n’est pas affiché. Sous le premier point réfléchi de 50 mW, la valeur affichée est une BORNE NOMINALE supérieure, arrondie vers le haut : environ SWR <1.58 à 1 W, <1.23 à 5 W, <1.16 à 10 W. Ce n’est pas un ROS 1,00 mesuré. Cette borne ne comprend pas les incertitudes des détecteurs, de la directivité et de la calibration ; le dossier de recette doit les déterminer. Au-delà de 99,9 le résultat est borné par SWR >99.9. RAW montre les codes bruts ; la sélection de bande conserve une hystérésis de douze codes aux frontières.

PREUVES ET LIMITES
build-report.json lie outils, sources, HEX et contrat du bootloader. simulation.json lie les mêmes SHA et les scénarios exécutés sur ces HEX : GPIO CW, chronométrages, console, watchdog modélisé, bus LCD 4 bits, ADC et écritures EEPROM sont observés. Les valeurs de calibration de simulation sont synthétiques. Les fichiers ne déclarent aucune mesure matérielle, directivité, erreur système, délai du PhotoMOS ou tenue de puissance réelle.

Mention de non-responsabilité

Ces dossiers sont fournis en l’état, à des fins pédagogiques et expérimentales. Les calculs, simulations et contrôles des fichiers ne constituent ni des performances mesurées, ni une certification, ni la qualification du montage réalisé.

La personne qui construit ou utilise le montage doit vérifier les schémas, composants, connexions et protections, respecter les notices des fabricants et la réglementation applicable, et faire valider sa réalisation avant utilisation. Selon le montage, les tensions électriques, la radiofréquence et la chaleur peuvent provoquer électrocution, brûlures ou incendie. Les essais doivent être réalisés par une personne compétente, en commençant à faible puissance et avec les protections adaptées.

Dans les limites autorisées par la loi, ON4CRD et les contributeurs ne garantissent ni l’aptitude à un usage particulier ni les résultats, et déclinent leur responsabilité pour les dommages résultant de la construction, de la modification ou de l’utilisation. Cette mention ne limite aucun droit impératif ni aucune responsabilité que la loi interdit d’exclure.

Fiche de résultats

À renseigner	Résultat / observation
Constructeur / date / numéro de carte	
Instruments / étalonnage	
Alimentation / fréquence / charge / température	
Contrôle / critère visé / résultat mesuré	
Incertitude / écart / correction / nouvelle mesure	
Conclusion / réserves / signature	

Sources et traçabilité

Point de départ de la réflexion fonctionnelle uniquement : https://radio-kits.ucoz.ru/index/miniatjurnyj_telegrafnyj_kljuch_mini_cw_key/0-54
Conception indépendante ON4CRD : exigences, dimensionnement, interfaces et procédures de recette sont définis dans ce dossier. Les fiches Radio-kits ne constituent pas une validation de cette réalisation. Aucun schéma, image ou firmware du site source n'est redistribué.
TLC555 CMOS, brochage et astable : https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tlc555.pdf
T50-2 AL=4.9 nH/tour² : https://www.amidoncorp.com/2-material-iron-powder-toroids/
Nano classique : https://docs.arduino.cc/hardware/nano
Nano numérotation physique : https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual.pdf
TMUX1511 — brochage et protection hors alimentation : https://www.ti.com/lit/ds/symlink/tmux1511.pdf
REF3330 — référence 3,0 V et stabilité : https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ref33.pdf
AQY221R2SZ — PhotoMOS rapide : https://industry.panasonic.com/global/en/products/control/relay/photomos/number/aqy221r2sz
2N3904 — E/B/C et saturation : https://www.onsemi.com/download/data-sheet/pdf/2n3904-d.pdf
WH1602B : https://www.winstar.com.tw/zh-tw/products/lcd-display/character-lcd-display-module/lcd-display-16x2.html

BNC 031-10-RFX, dessin de montage : https://www.amphenolrf.com/en-us/assets/file/4065787930/
Jack 35FM3, dessin de montage : https://www.switchcraft.com/assets/1/24/35FM3_Series_CD.PDF
Commutateur CK : https://lorlinelectronics.co.uk/?product=ck

Mention de non-responsabilité

Mention de non-responsabilité

Ces dossiers sont fournis en l’état, à des fins pédagogiques et expérimentales. Les calculs, simulations et contrôles des fichiers ne constituent ni des performances mesurées, ni une certification, ni la qualification du montage réalisé.

La personne qui construit ou utilise le montage doit vérifier les schémas, composants, connexions et protections, respecter les notices des fabricants et la réglementation applicable, et faire valider sa réalisation avant utilisation. Selon le montage, les tensions électriques, la radiofréquence et la chaleur peuvent provoquer électrocution, brûlures ou incendie. Les essais doivent être réalisés par une personne compétente, en commençant à faible puissance et avec les protections adaptées.

Dans les limites autorisées par la loi, ON4CRD et les contributeurs ne garantissent ni l’aptitude à un usage particulier ni les résultats, et déclinent leur responsabilité pour les dommages résultant de la construction, de la modification ou de l’utilisation. Cette mention ne limite aucun droit impératif ni aucune responsabilité que la loi interdit d’exclure.