

Fabrication d'un compteur de vitesse embarqué pour Train HO (Le 10/04/2015)

Présentation

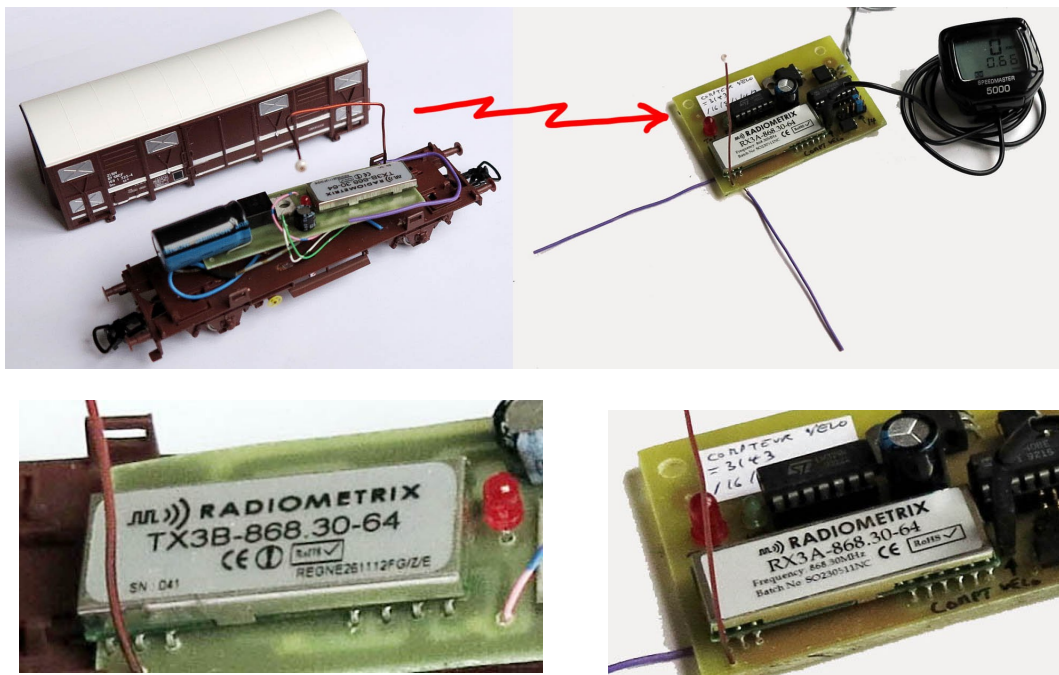
Il est intéressant de mesurer la vitesse en temps réel d'un train, avec un compteur en place fixe. On lit directement sur le pupitre à côté du bouton de commande, la vitesse en temps du train commandé.

Un wagon est équipé d'un émetteur envoyant un top à chaque tour de roue au récepteur. Il existe plusieurs réalisations de ce genre sur le net ([AMNF](#)) ou ([Pour le Z](#)), voici la mienne pour le DCC et le Jouefmatic.

J'ai utilisé le module émetteur Lextronic-TX3B-868.30-64 et le module récepteur Lextronic-RX3A-868.30-64. Ils fonctionnent à 868 MHz ce qui permet d'avoir une antenne courte de 8 cm.

Quand le wagon est à l'arrêt, l'émetteur passe automatiquement en mode veille sans émission HF, pour éviter de polluer l'espace.

Les modules Radiometrix de LANTRONIX FM 868 Mhz :



Le compteur de vélo.

Comme compteur de vitesse, le plus simple est d'en acheter un tout fait. J'ai trouvé le compteur SPEEDMASTER 5000 qui affiche des vitesses jusqu'à 299 Km/h.

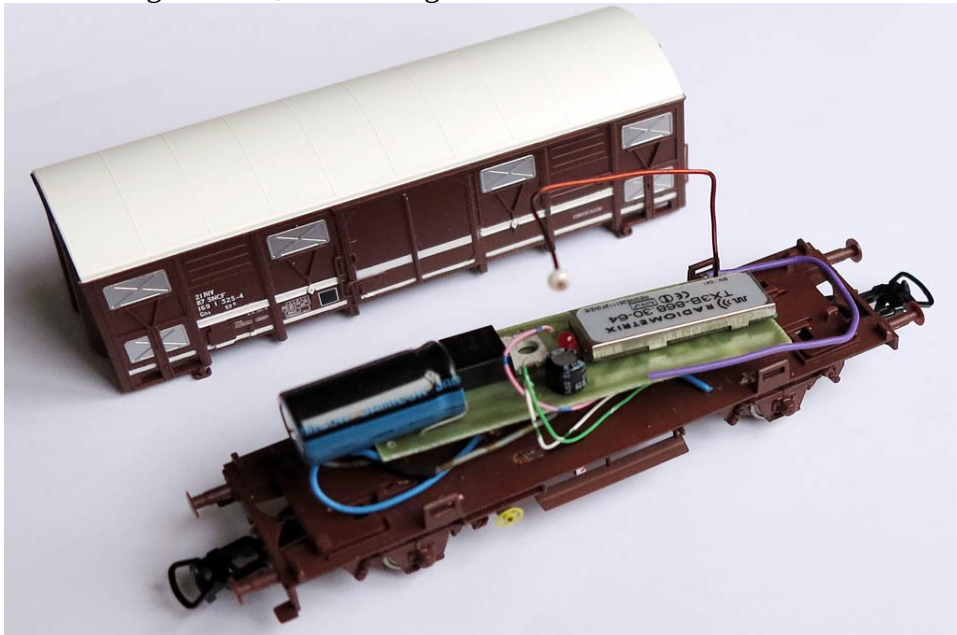
Certains compteurs bien qu'ayant 3 chiffres ne dépassent parfois pas les 99 Km/h.

Il faut prendre un modèle classique à fil. Le compteur restera alimenté par sa pile, car il faut qu'il conserve en mémoire le paramétrage du tour de roue.



Le wagon émetteur

Le montage dans un wagon PIKO, avec un régulateur 7805.



Le montage est alimenté à partir des voies par un pont redresseur 1A/200V. Le module émetteur consomme 20 mA et la Led 5 mA sous 5 Volts.

Deux résistances de 33 Ohms en parallèle limitent le courant.

Partie régulation :

- En DCC, le condensateur fait 1000 μ F / 35 Volts + un régulateur LP2950 (ou 78L05 mais c'est moins bien). On utilisera un LP2950 comme régulateur faible perte et faible consommation pour 100 mA max. Sinon on peut utiliser un classique 78L05 (ou 7805) moins performant. En cas faux contacts sur les rails on risque des coupures d'émission, car ce régulateur demande au moins 9 Volts en entrée et consomme 10 mA.
- En Jouefmatic, le condensateur fait 1000 μ F / 50 Volts + un régulateur 7805, ici obligatoire pour tenir 40 Volts en entrée et dissiper 500 mW.

La diode et le photo-transistor infrarouge proviennent d'une ancienne souris à boule ou d'un capteur à fourche optique démontée, du genre LTH 301-07.

Par défaut, on place une résistance de 1 K (3 mA) en série avec la diode infrarouge. Suivant la sensibilité du montage, on peut aussi mettre à sa place une seule 2,2 K (pour diminuer le courant à 2 mA) ou doubler la 1 K par une autre de 1 K (pour passer à 6 mA).

La led rouge permet de voir fonctionner le capteur. Elle s'allume à chaque éclairage du photo-transistor. Elle sert aussi à faire chuter la tension de 1,5 Volt.

Il doit y avoir 0 ou 3 Volts sur la broche "TX", pour avoir un fonctionnement correct de l'émetteur.

Le BC857 charge le condensateur de 100 μ F à chaque tour de roue.

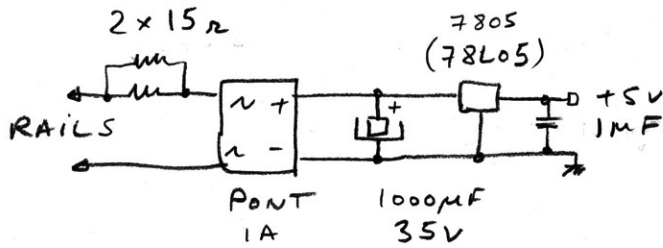
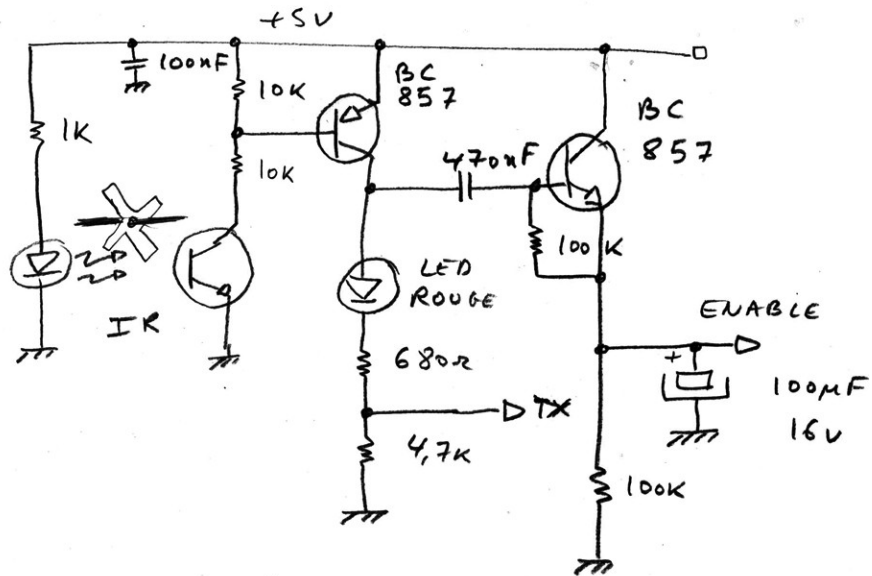
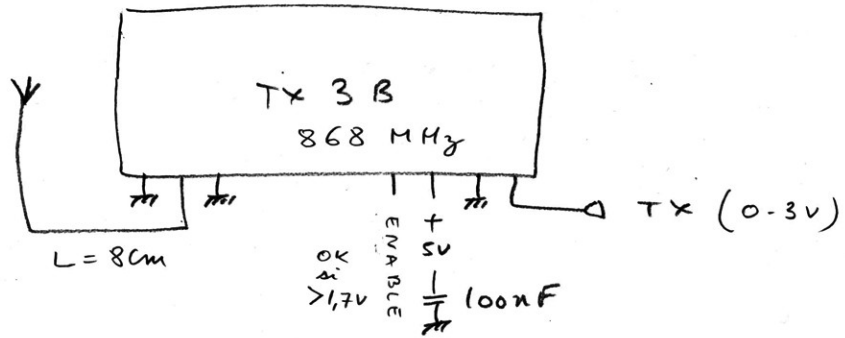
Quand le wagon roule la broche "Enable" est à une tension > 1,7 Volts et l'émetteur émet.

Quand le wagon s'arrête la broche "Enable" descend progressivement à une tension < 1,7 Volts et l'émission se coupe. Il faut rouler à plus de 2 Km/h pour activer l'émission HF.

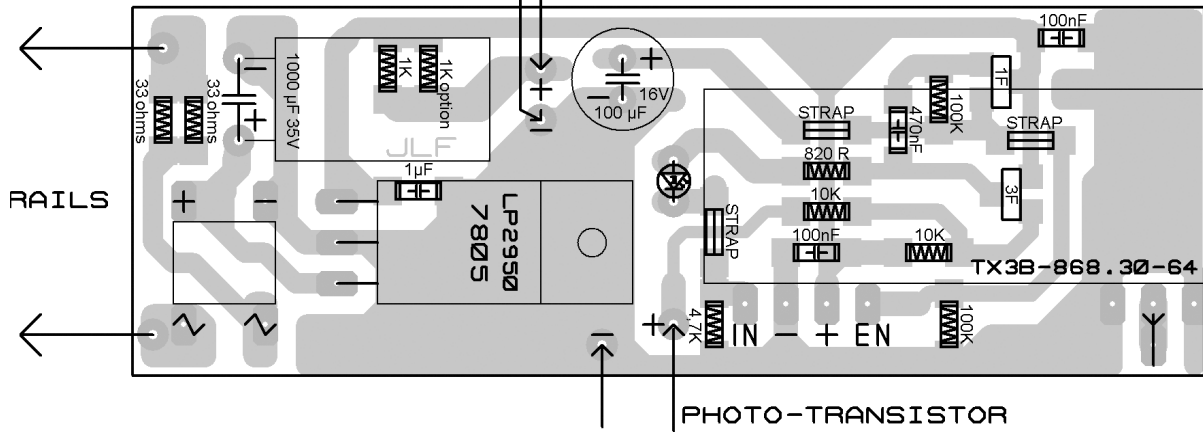
La consommation est de 25 mA émetteur actif et 8 mA émetteur en veille.

Schéma du wagon émetteur.

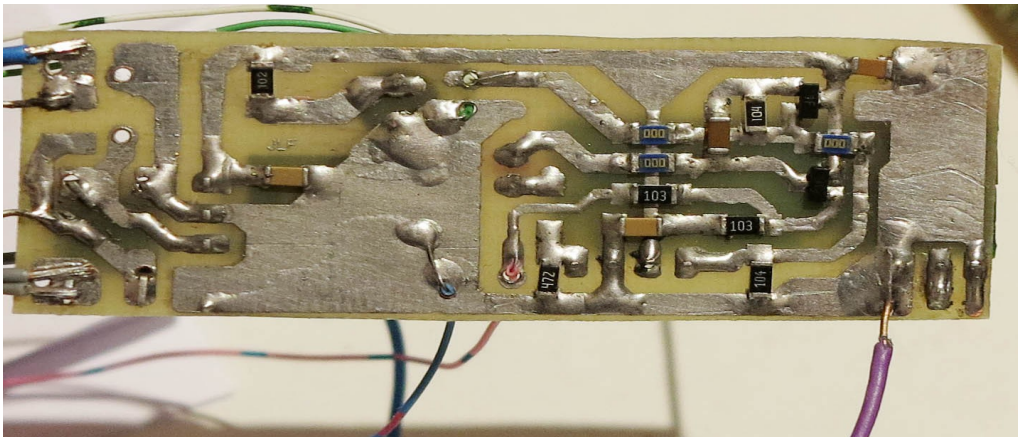
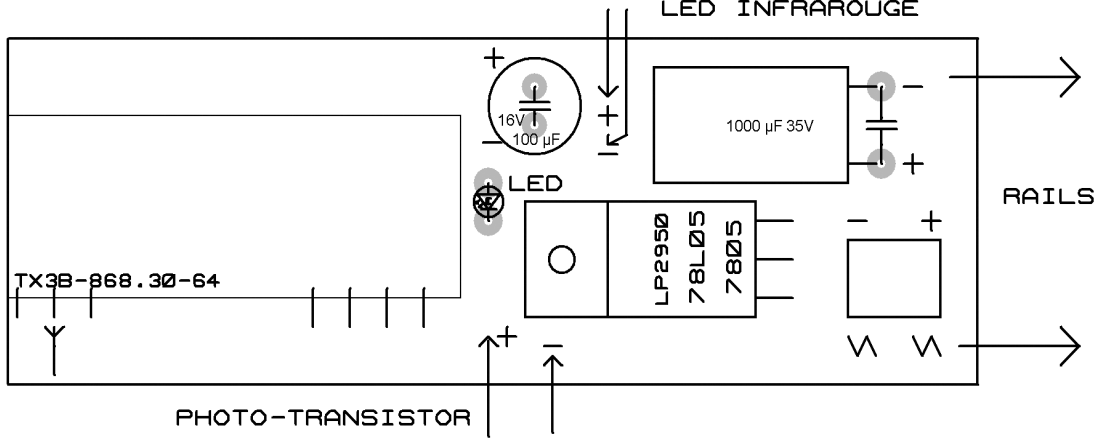
COMPTEUR DE VITESSE - ÉMETTEUR



Compteur de vitesse embarque - Emetteur
LED INFRAROUGE

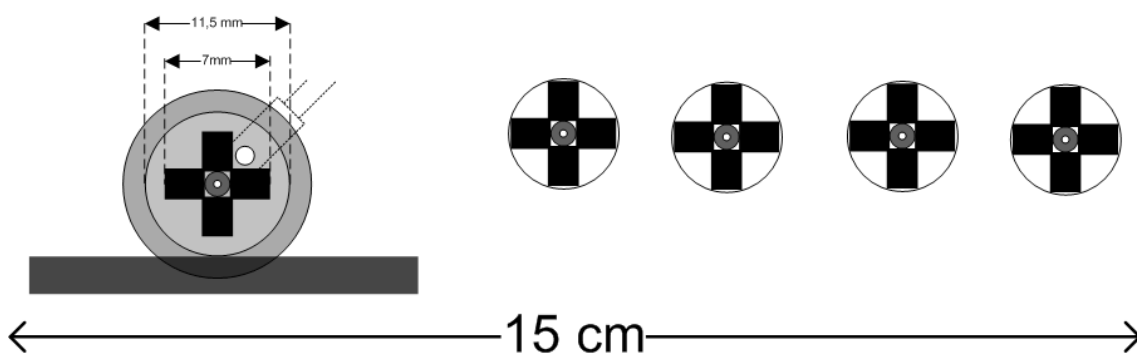
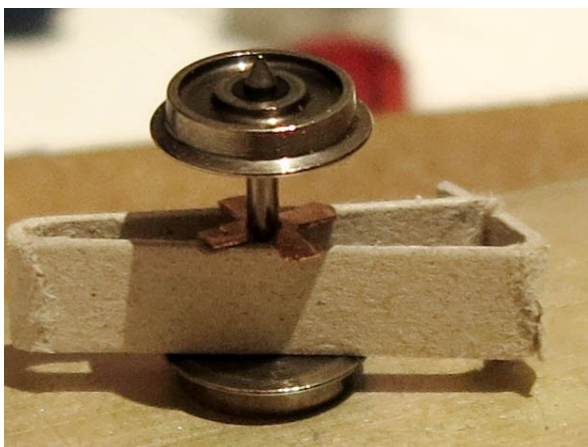
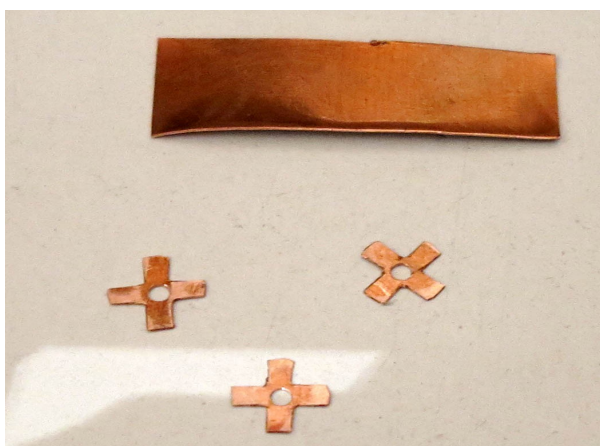


Compteur de vitesse embarque - Emetteur
LED INFRAROUGE

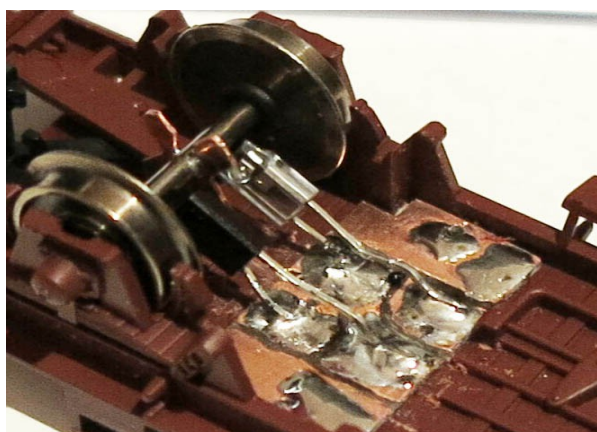


Découper une croix dans une plaque de cuivre. Pour cela, coller les patrons de croix ci-joint sur la plaque de cuivre. Découper le cuivre en suivant ces contours avec une petite pince coupante.

L'échancrer pour la glisser sur un essieu. Poser la sur une lamelle de carton et souder-la à l'essieu.



Découper un bout de circuit imprimé d'épaisseur 0,8 mm (= demi-épaisseur) pour servir de base aux composants. Coller le sous le wagon.



Souder la led et le photo-transistor, puis les lamelles de contacts (chrysocale ou bronze phosphoreux) frottant sur les roues. Sur ces photos il n'y pas encore les frotteurs de prises de courant.

Réalisation du circuit imprimé. Sur le CI, souder le pont et les résistances de 33 Ohms de protection. Elles limitent le courant d'appel du wagon, pour ne pas griller les lamelles de contact.

Souder tous les composants, sauf le module émetteur. Poser le wagon sur les rails (ou alimenter le montage). On doit trouver 5 Volts entre les bornes (+) et (-) à l'emplacement de l'émetteur.

Quand l'on fait tourner la roue, on doit avoir 0 ou 3 Volts sur la borne "TX" et la led qui clignote. Quand l'on fait tourner la roue, on doit avoir entre 2 et 5 Volts sur la borne "Enable". Ensuite quand la tourne ne tourne plus, cette tension diminue lentement sous 1 Volt au bout de 20 secondes.

Souder l'émetteur et l'antenne de 8 cm de long. Le fil d'antenne doit faire 8 cm une fois soudé, il est donc conseillé de prendre 9 cm, puis une fois soudé de couper le fil à 8 cm.

On peut souder un fil de 8 cm de long (radian) sur la borne de masse à coté de la borne d'antenne. Il restera à plat le long du circuit. Il fera plan de masse pour l'antenne.

On pourrait faire une croix à 8 ou 16 pales, la transmission des ondes serait plus fiable à faible vitesse, mais sa réalisation plus délicate. Je voulais faire 8 pales, mais je me suis arrêté à 4 pales.

Pour intégrer l'antenne de 8 cm dans le wagon, plutôt que de la plier en quatre, un bon fonctionnement est obtenu en l'enroulant comme sur la photo. L'antenne sera déplié au maximum pour être la plus haute possible. Le radian de 8 cm est de couleur violette sur la photo.

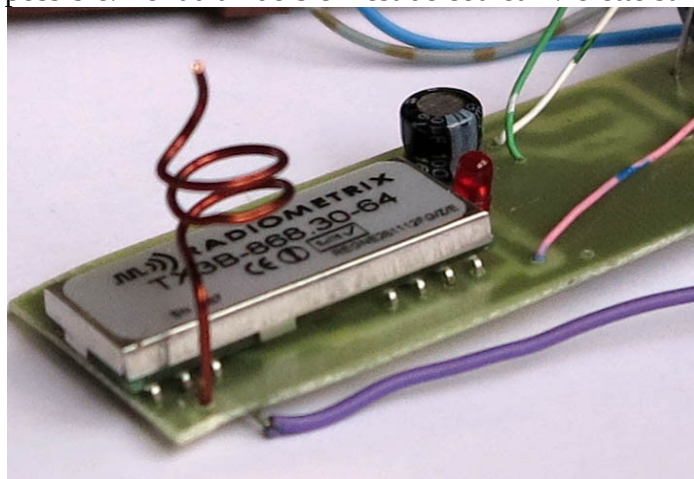
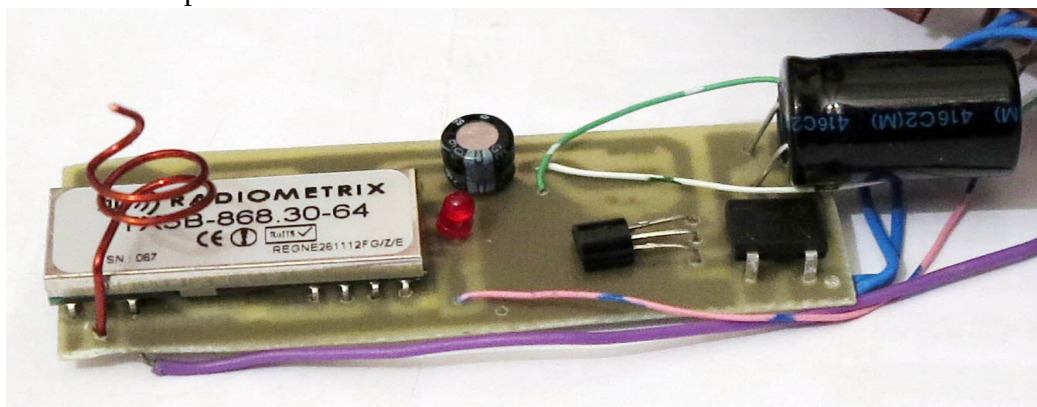
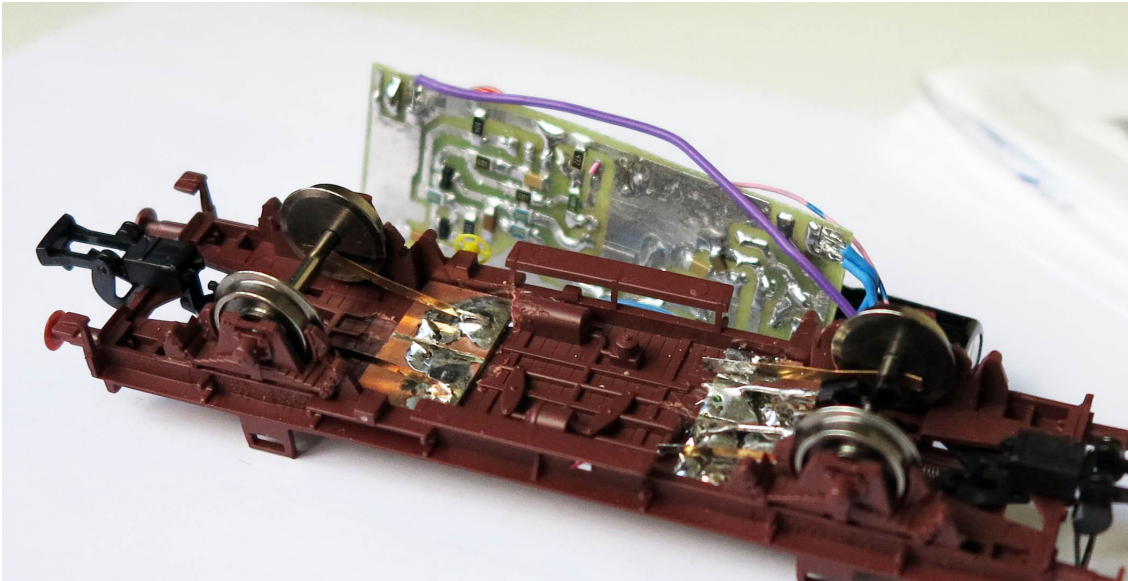
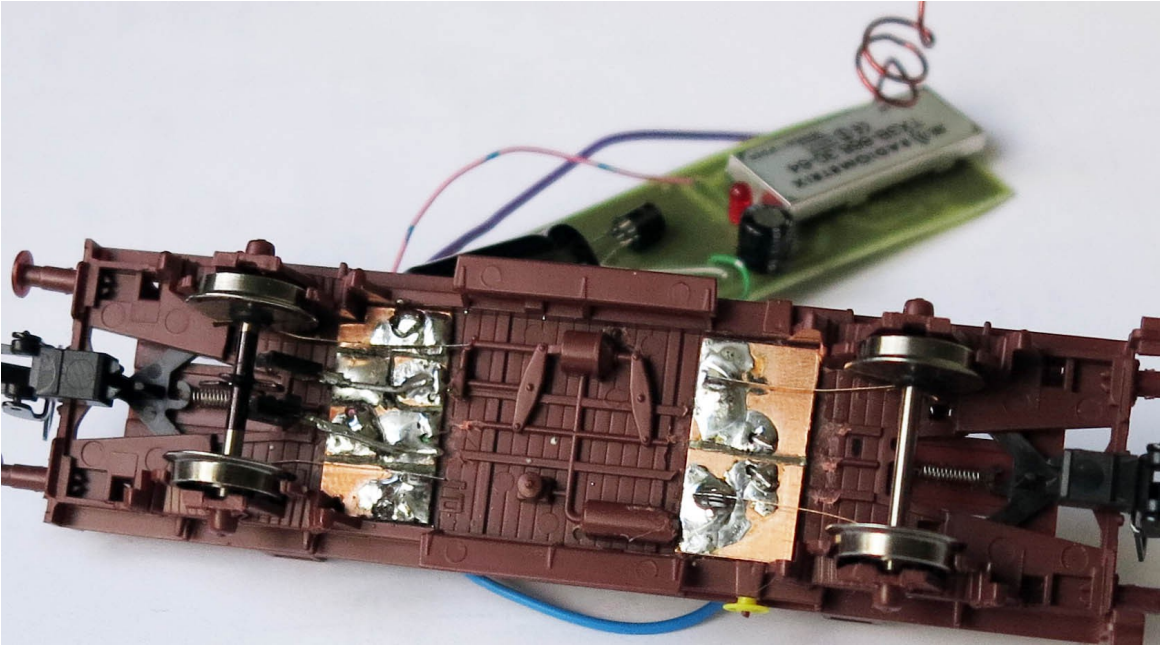


Photo avec un LP2950 pour le DCC



Avec les lamelles de prise de courant :



Le récepteur



On peut alimenter ce montage entre 9 et 24 Volts, en continu ou en alternatif. Il consomme 20 mA.

Le circuit fonctionne sous 5 Volts. On a un pont de diode et un régulateur 7805.

Un des quatre amplis OP du LM324 est chargé de faire du 2,3 Volts pour les autres amplis.

Sur la broche "RX", on visualise le signal sur une diode rouge. Un circuit R/C atténue les parasites, pour aller sur un ampli OP monté en trigger.

La sortie est ensuite dirigée vers un CD4040 pour choisir le rapport de division (/1, /2, /4, /8 ou /16) en fonction du nombre de pales installées sur la roue du wagon.

Ensuite, un circuit RC avec diode présente des impulsions brèves sur l'optocoupleur, pour éviter de décharger la pile du compteur de vélo.

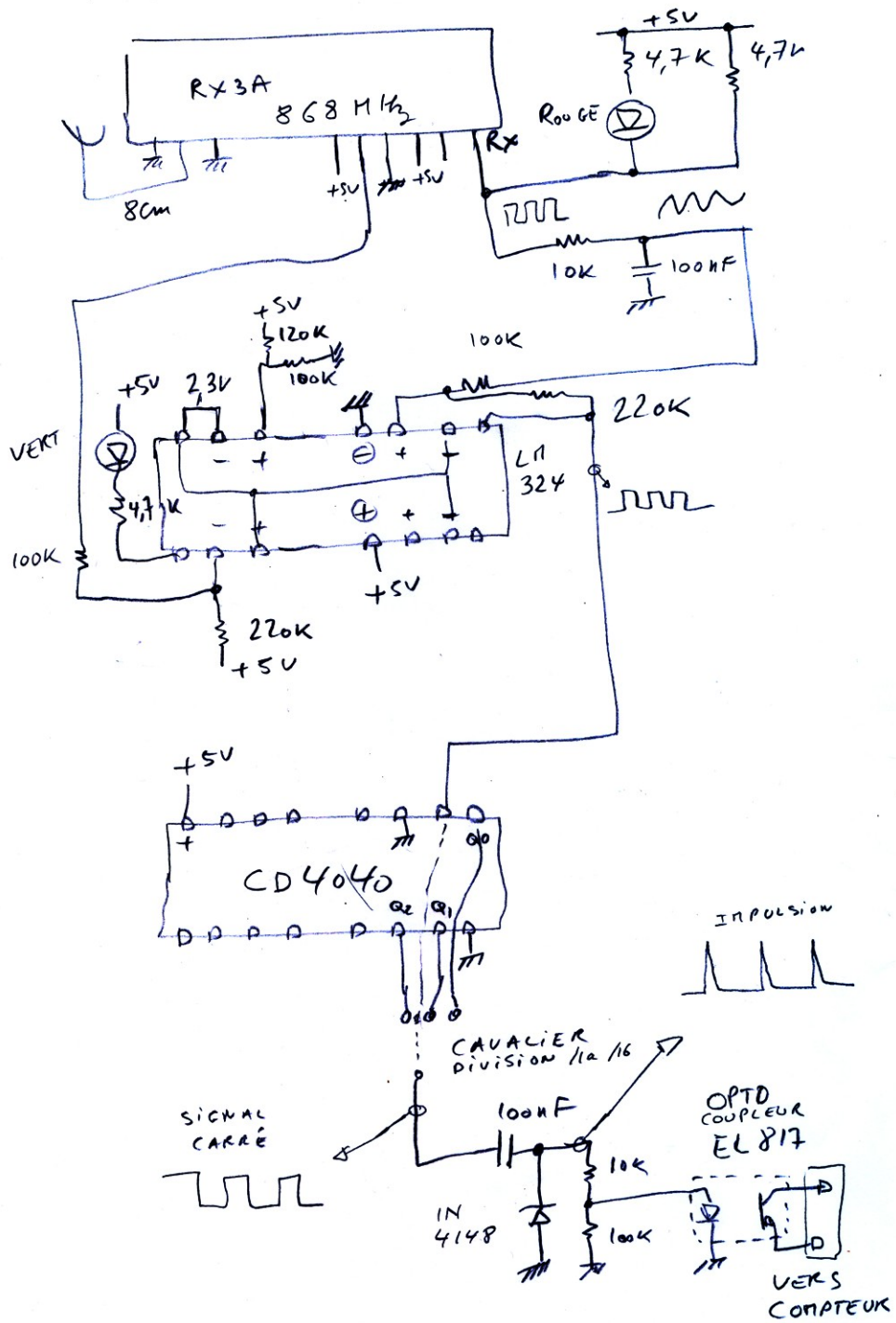
La broche de sortie "RSSI" est amenée à un comparateur pour savoir si l'émetteur est actif. La led verte indique la présence d'émission HF.

Ce montage fonctionne avec un LM324 qui permet avec une alimentation de 5 Volts, d'avoir ses sorties pouvant descendre à 0 Volt.

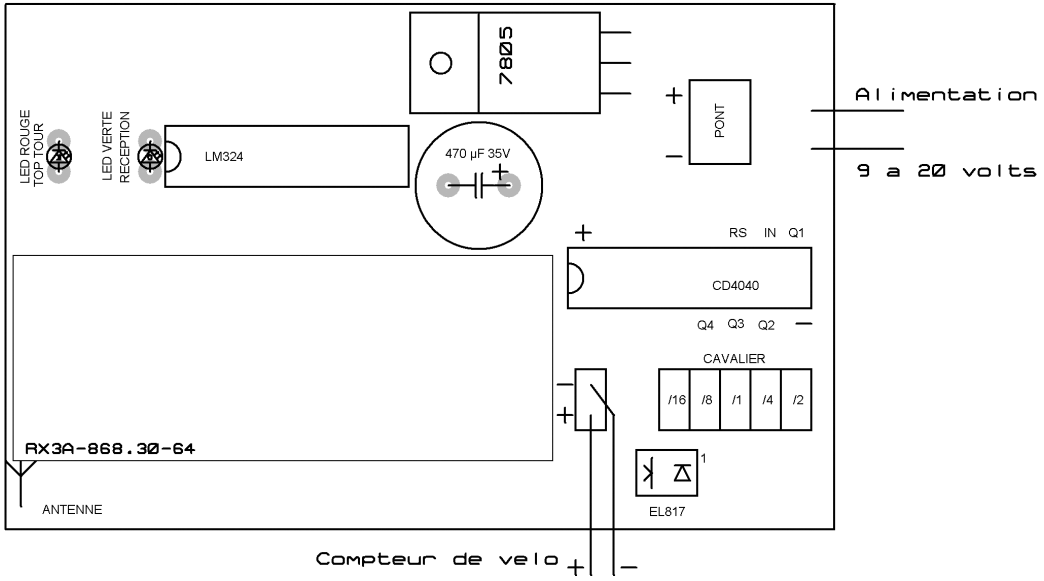
Si le récepteur est en hauteur, on peut supprimer les radars pour un laisser un seul radian vertical et symétrique à l'antenne par rapport au circuit imprimé et toujours soudé à la masse.

Le schéma du récepteur

COMPTEUR DE VITESSE - RÉCEPTEUR

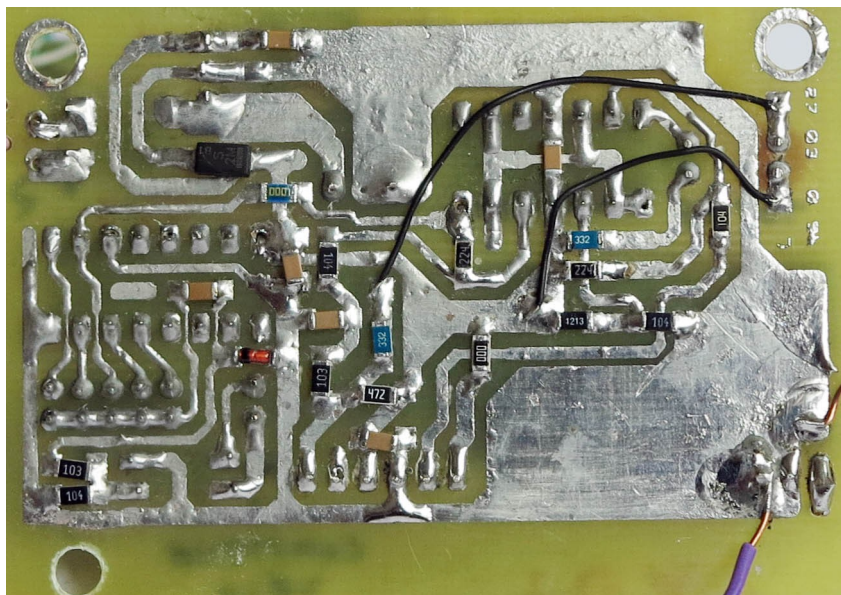
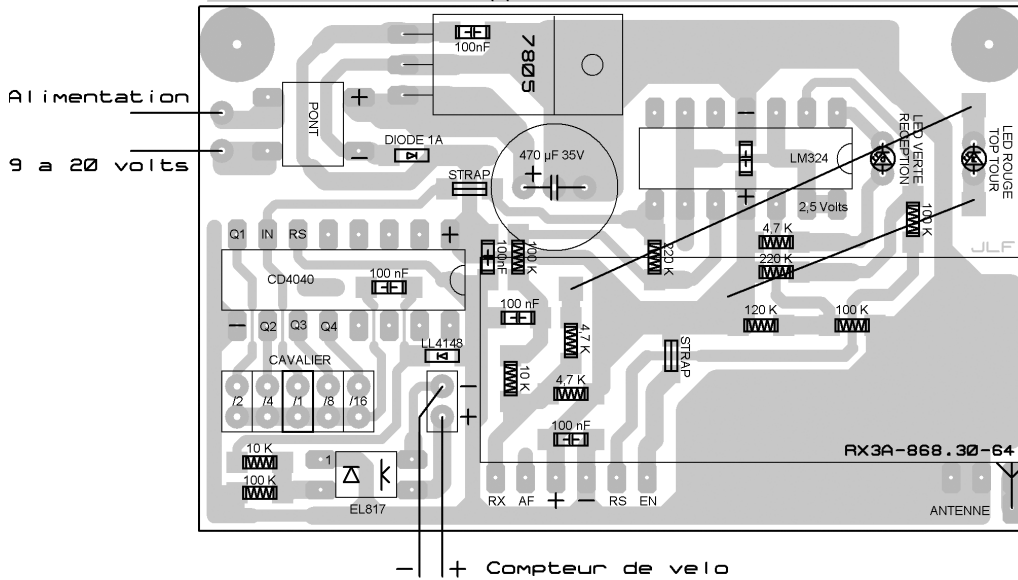


Compteur de vitesse embarque - Recepteur



Compteur de vitesse embarque - Recepteur

<Rappel echelle : Trait de 68 mm>



Souder tous les composants sauf le module récepteur. Souder les deux fils vers la diode verte.
Ne pas placer les CI.

Mettre sous tension. On doit mesurer 5 Volts sur (+) et (-) des supports de CI.
Placer le LM324. Mettre sous tension. On doit mesurer 2,3 Volts sur la borne n° 1 du LM324.
Placer le CD4040. Placer un cavalier sur "/4".

Souder l'émetteur et l'antenne de 8 cm de long, ainsi que deux "Radians" de 8 cm (ici en violet)
Faire un essai avec l'émetteur à proximité.

Si l'émetteur est en route et actif, la led verte s'allume et la led rouge clignote au rythme des tours de roue. Si l'émetteur qui devient inactif, la led verte s'éteint.

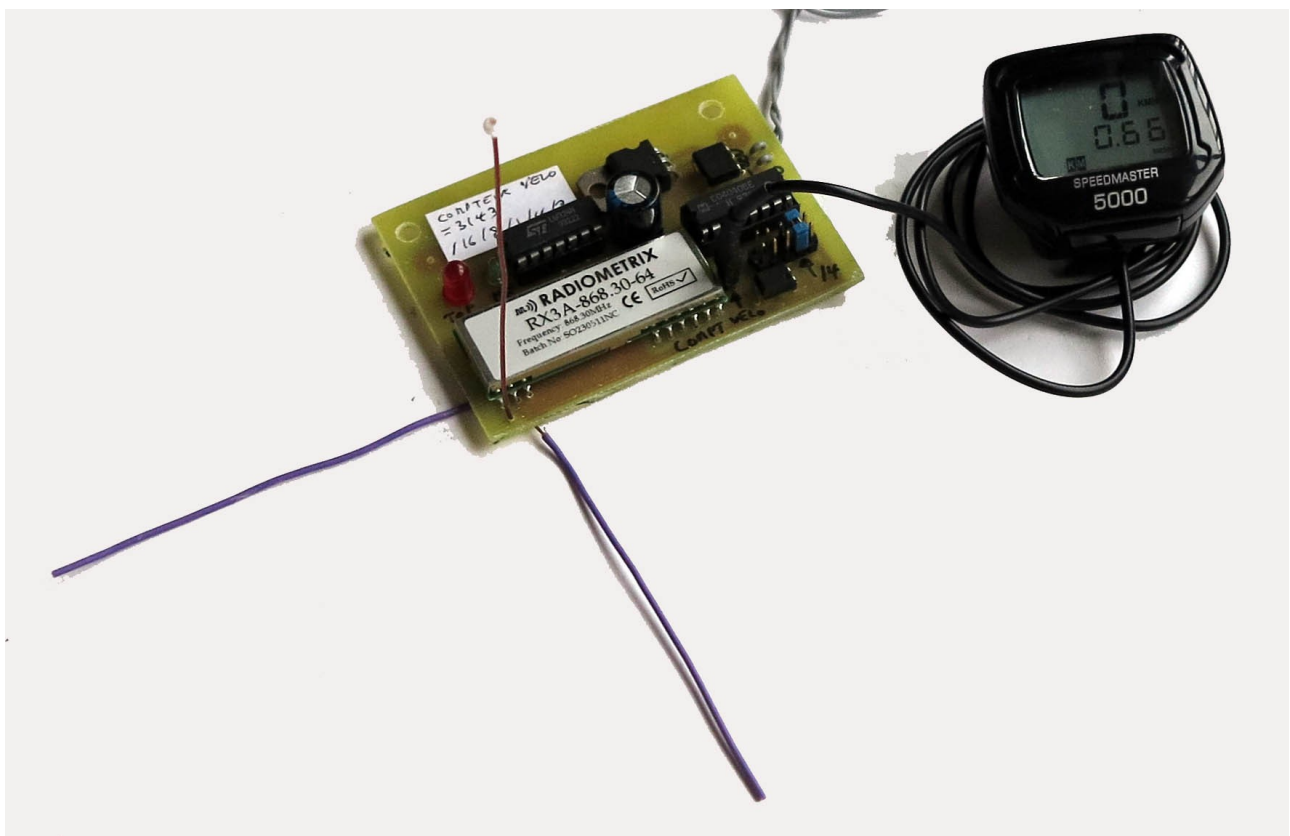
Brancher le compteur de vélo. Si il ne compte pas, inverser le sens de sa prise.

La led verte est un indicateur approximatif et peu précis. Elle sert juste au départ à vérifier le fonctionnement du montage et aux mises au point. Elle peut s'éteindre et le montage peut continuer à bien fonctionner.

L'antenne fait 8 cm et sera disposée verticalement. Souder deux radians de 8 cm sur les bornes de masse à côté de la borne antenne et les disposer à angle droit.

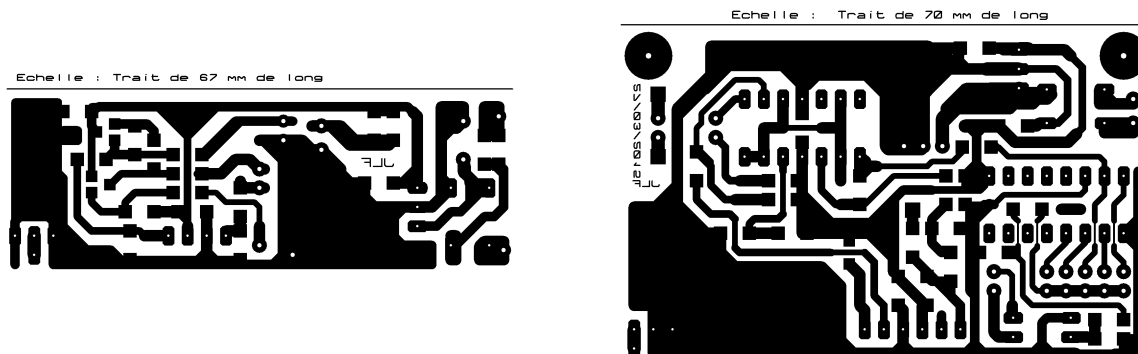
Si nécessaire, rallonger le câble vers le compteur en utilisant du câble blindé, le blindage sur la prise (-).

Ce montage se place à plat. Il est à orienter en plaçant les deux radians violet en direction de la zone la plus éloignée du réseau.



Les typons

Ils sont disponibles dans un fichier à part au format png à 600 dpi



Diverses informations et la maintenance

La portée doit être de 25 à 75 mètres. En cas de problème sortir l'antenne du toit du wagon pour qu'elle soit la plus haute possible et placer le récepteur en hauteur. Les antennes ne doivent pas toucher les boîtiers. Comme l'émission n'est pas codée, un seul montage est possible par réseau.

On peut souder 3 autres radiaux supplémentaires (fils de 8 cm de long) en plus des deux autres sur le récepteur, pour faire une étoile avec des 5 brins horizontaux à 45° les uns des autres.

Si les modules ne fonctionnent plus, commencer par vérifier si les résistances avant le pont de diode dans le wagon n'ont pas grillées.

Il ne faudrait pas un émetteur trop puissant à proximité du récepteur sur la même fréquence, comme une caméra de surveillance ou une station météo sans fil.

Si la vitesse est souvent changeante pour un train à allure régulière, il se peut que l'on capte des parasites d'émetteurs voisins. On améliore les choses en remplaçant en sortie de la borne RX le filtre 10 K / 100 nF par 22 K / 100 nF (ou 22 K / 220 nF). Dans ce cas là, la réception est meilleure à basse vitesse et moins bonne à haute vitesse.

On peut mesurer la vitesse d'un train dépassant les 300 Km/H. Il suffit d'augmenter le rapport de division sur le récepteur. Par exemple passer de "/4" à "/8". Dans ce cas il faut multiplier la vitesse affichée au compteur par 2. Les modules HF permettent de compter largement jusqu'à 1000 Km/h même avec 16 ailettes.

Bien nettoyer (acétone ou alcool à brûler) le circuit après soudure pour supprimer le flux de soudure conducteur, pouvant entraîner de mauvais fonctionnements.

Les modules émetteurs 433 Mhz à très bas prix pour Arduino ne fonctionnent pas bien pour ce type d'application où la fréquence de top est très basse.

On peut mesurer la distance de parcourt d'un train, grâce à la fonction totalisateur du compteur de vélo.

Le fonctionnement et les calculs

Dans le wagon, on a installé une roue à quatre branches pour favoriser le fonctionnement du récepteur HF à basse fréquence (<5 Km/h). On peut utiliser une roue à demi-lune et placer la division à /1 sur le récepteur, mais le fonctionnement est plus hasardeux en dessous de 10 Km/h.

Dans mon cas j'ai un wagon PIKO avec une roue de diamètre D=1,15 cm.

Un tour de roue = $87 * \text{PI} * \text{D}$ cm. Exemple : $87 * 3,14 * 1,15 = 3143$ cm.

Dans le compteur de vélo, il faut donc entrer **3143** comme paramètre, pour avoir la vitesse à l'échelle.

On pourrait aussi placer le cavalier diviseur sur [/2] au lieu de [/4] et saisir 1571 (= 3143/2) dans le compteur. De même avec [/1] et 785 (= 3143/4). Le comptage serait alors deux fois plus régulier.

Il faut que la roue à ailette soit régulièrement découpée pour que la vitesse affichée soit constante. Si l'intervalle entre deux pales n'est pas constant, la vitesse affichée ne sera jamais stable et oscillera entre deux valeurs. Il existe malheureusement une limitation dans le compteur de vélo.

Dans le cas d'une division par /2 ou /1, bien qu'il puisse afficher 299 Km/h, le calcul est limité en interne. Il se peut que la vitesse maximum affichable soit inférieure à 299 Km/h quand on entre un paramètre < 3000.

Vous pouvez quand même essayer "/2" ou "/1". Cela ne coûte rien et peut procurer un avantage sur les basses vitesses.

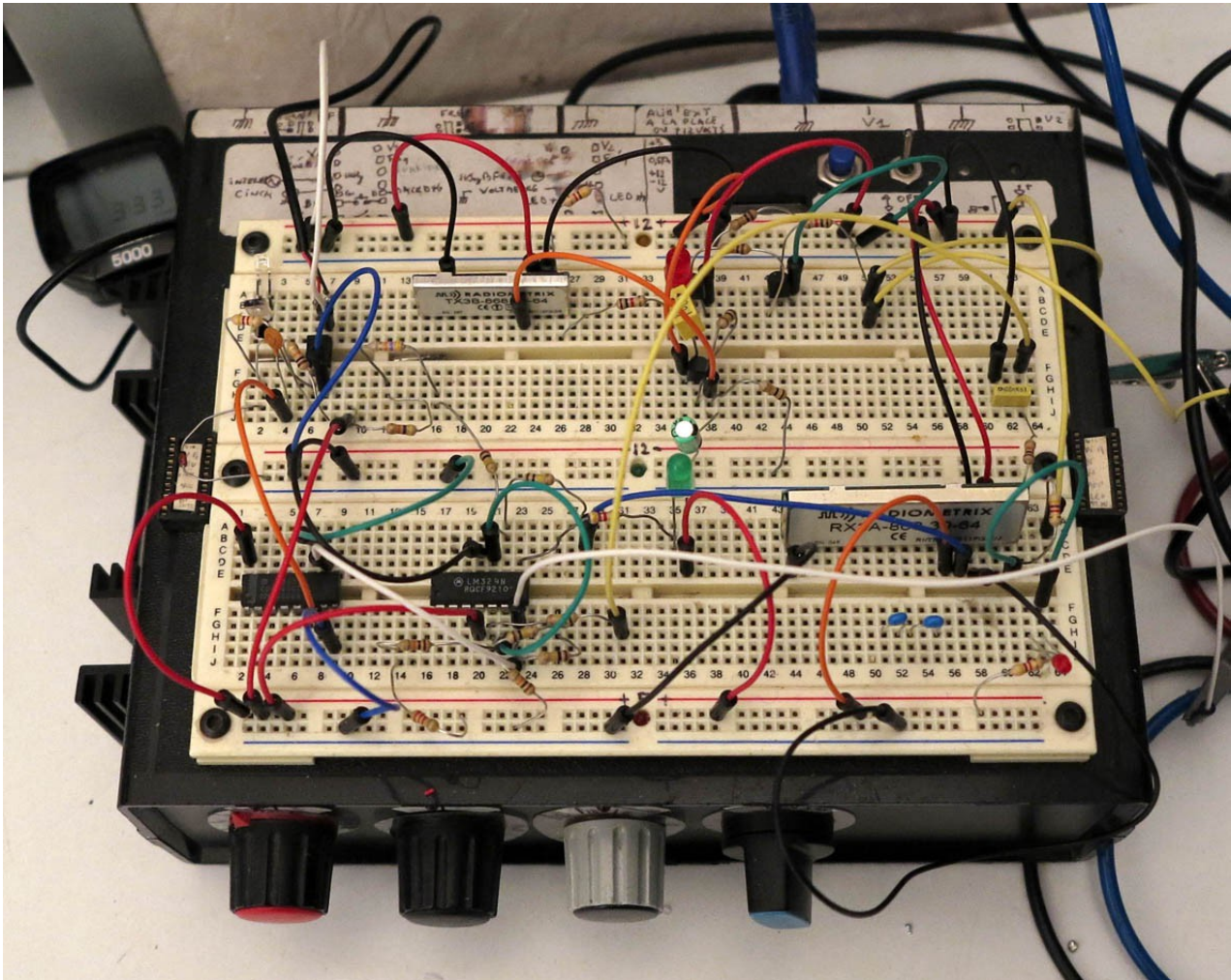
Paramétrage du compteur de vélo			
Rapport nombre de branche de la roue / facteur de division			
	1	2	4
Diamètre (cm)	= $\text{PI} * \text{D} * 87$	= $\text{PI} * \text{D} * 87 / 2$	= $\text{PI} * \text{D} * 87 / 4$
0,80	2186	1093	547
0,85	2323	1162	581
0,90	2460	1230	615
0,95	2596	1298	649
1,00	2733	1367	683
1,05	2870	1435	717
1,10	3006	1503	752
1,15	3143	1572	786
1,20	3280	1640	820
1,25	3416	1708	854
1,30	3553	1777	888
1,35	3690	1845	922
1,40	3826	1913	957
1,45	3963	1982	991
1,50	4100	2050	1025

Dans le montage de base, on a 4 branches avec un facteur de division de 4 et donc un rapport de 1. Attention toutes les valeurs du tableau ne peuvent pas être entrées comme paramétrage valide dans le compteur.

Pour information, un tableau de conversion des vitesses réelles / HO

Echelle	1/1	1/87	Echelle	1/87	1/1
Unité	Km/h	cm/s	Unité	cm/s	Km/h
	5	2		1	3
	10	3		2	6
	20	6		3	9
	30	10		5	16
	40	13		10	31
	50	16		15	47
	60	19		20	63
	70	22		25	78
	80	26		30	94
	90	29		35	110
	100	32		40	125
	110	35		45	141
	120	38		50	157
	130	42		55	172
	140	45		60	188
	150	48		65	204
	160	51		70	219
	170	54		75	235
	180	57		80	251
	190	61		85	266
	200	64		90	282
	210	67		95	298
	220	70		100	313
	230	73		105	329
	240	77		110	345
	250	80		115	360
	260	83		120	376
	270	86		125	392
	280	89		130	407
	290	93		135	423
	300	96		140	438
	310	99		145	454
	320	102		150	470
	330	105		155	485
	340	109		160	501
	350	112		165	517
	360	115		170	532
	370	118		175	548
	380	121		180	564
	390	125		185	579
	400	128		190	595

Le prototype



Les liens sur ce sujet et sur le train électrique

- <http://rmf.modelisme-medias.com/forum-rmf/...Compteur-de-vitesse-embarqué.html>
- <http://amfn.nice.free.fr/pics/wagontachymetre.htm>
- <http://www.galepp.com/train/tacho/tacho-e.htm>
- Module Lextronic-TX3B-868.30-64 <http://www.lextronic.fr/R1513-emetteurs-869-mhz.html>
- Module Lextronic-RX3A-868.30-64 <http://www.lextronic.fr/R1514-recepteurs-869-mhz.html>
- [Faire ses circuits imprimés soit-même](http://web.jclaud.free.fr/Site%20jean-Luc/pages_html/Circuits_imprimes.html) : http://web.jclaud.free.fr/Site%20jean-Luc/pages_html/Circuits_imprimes.html
- [Les moteurs Jouef et le changement d'aimant](http://blaisepascal-fr.perso.neuf.fr/Jean-Luc/nouveau-aimant-pour-moteur-jouef.html) : <http://blaisepascal-fr.perso.neuf.fr/Jean-Luc/nouveau-aimant-pour-moteur-jouef.html>
- [Les moteurs Jouef et leur remplacement](http://blaisepascal-fr.perso.neuf.fr/MotJouef.php) : <http://blaisepascal-fr.perso.neuf.fr/MotJouef.php>
- [UTS2000 la conduite de train N par ordinateur](http://www.la-tour.info/uts/uts_index.html) : http://www.la-tour.info/uts/uts_index.html

A+ et bonne réalisation.

J-L