

KPVA

(K) CONTROLE PONCTUEL DE VITESSE AUTONOME

Client : RATP

Lignes : lignes du métro Parisien dans certaines zones

Nombre d'exemplaires : 300

Année de mise en service : 2004

La RATP a équipé toutes ses lignes de métro d'un système de (K)contrôle Ponctuel de Vitesse Autonome, à la suite du déraillement en 2000 d'une rame de métro à la station Notre de Dame de Lorette. Il y a actuellement 230 balises KPVA en service sur le métro Parisien dans certaines zones identifiées comme critiques. Le KPVA est un système intégré dans une balise installée sur la voie, qui mesure la vitesse du train à l'aide d'un radar DOPPLER, et stoppe celui ci en cas de survitesse par l'intermédiaire du système RPS embarqué. Les avantages du KPVA sont sa rapidité de mise en œuvre, son faible coût et sa fiabilité importante.

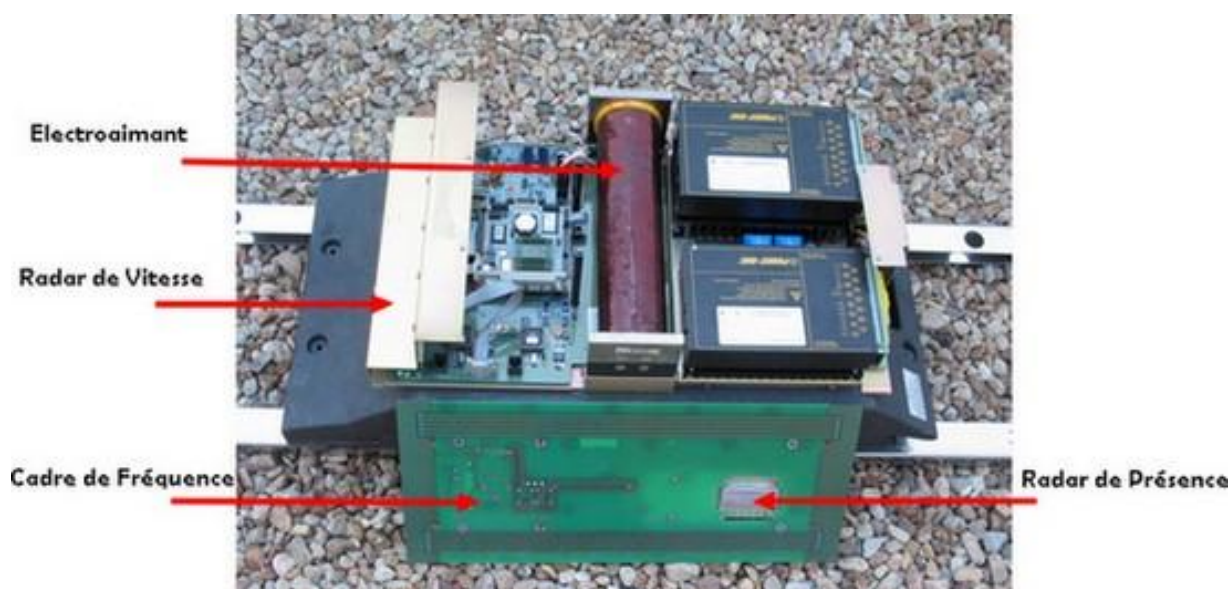
La balise KPVA est sous brevet RATP, le matériel est fabriqué par la société TLTI



Le KPVA sur son support



Le KPVA



Le KPVA intègre deux radars

Radars de mesure de vitesse

Si un radar vise une cible en mouvement, la fréquence de l'onde réfléchie est décalée par rapport à celle émise. Cette différence (fréquence Doppler) est fonction de la vitesse de la cible. Cette fréquence Doppler est aussi dépendante du sens de déplacement de la cible par rapport au faisceau radar.

Un radar se compose des éléments suivants :

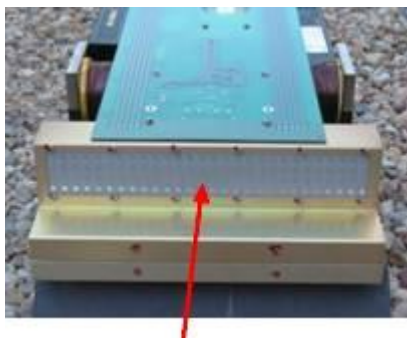
- Partie micro-onde, un émetteur et un récepteur.
- Traitement de signal, pour mesurer la fréquence Doppler et ainsi estimer la vitesse de déplacement de la cible

Le radar de mesure de vitesse intégré au KPVA installé sur la voie vise l'avant du train, il détecte et mesure la vitesse de la rame arrivant sur la voie concernée.

La mesure est rapide et s'effectue en moins de 10 m de déplacement de la rame.

La portée du radar est réglable de 0 m à environ 25 m.

Le radar ne doit pas détecter les rames voisines, venant dans un sens ou dans l'autre. Le radar respecte toutes les contraintes d'un matériel posé sur des voies, et en particulier respecte le plan de fréquences radios de la RATP.

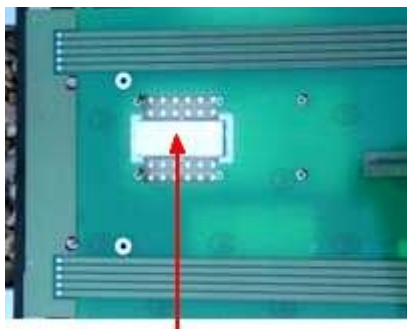


Radars de Vitesse

Radars de détection de présence

Le radar de présence vise vers le haut et détecte le passage de la rame au dessus du capteur en détectant le mouvement provoqué par le défilement du relief sous le train : les tuyaux ou les essieux sont facilement détectables. Il est réalisé à partir d'un capteur Doppler à 24 GHz.

On utilise alors la variation de puissance du signal pour détecter l'objet.



Radar de Présence

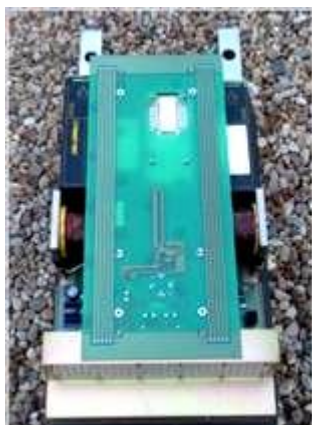
Fonctionnement du KPVA

La balise KPVA est destinée à assurer le contrôle de la survitesse de matériel roulant ferroviaire piloté en conduite manuelle.

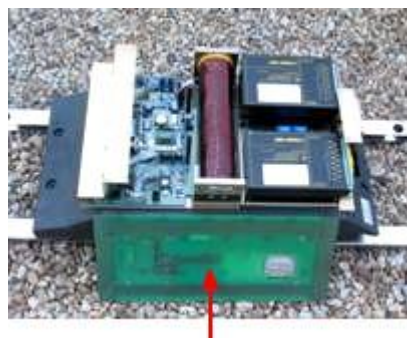
Elle doit en cas de survitesse émettre un champ magnétique destiné au capteur (KFS ou RPS) embarqué à bord des trains et qui commande l'arrêt d'urgence au système AeAu.

Le KPVA est constitué de deux chaînes de traitement :

- Une chaîne principale chargée de mesurer la vitesse du train, de la comparer à une vitesse consigne préalablement programmée dans le système et de transmettre des champs et fréquences, en fonction d'une éventuelle survitesse
- Une chaîne secondaire pallie la défaillance de la chaîne principale. La survitesse n'est plus une vitesse mesurée mais calculée, elle représente le temps de parcours du train au dessus de la balise KPVA, entre l'avant du train et le capteur du système AeAu embarqué.



Vue interne d'ensemble



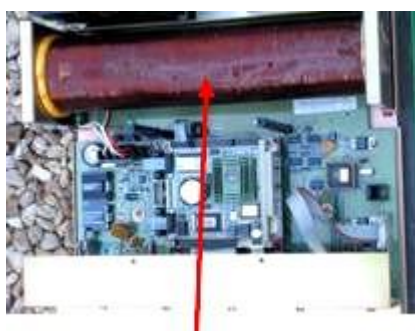
*Vue interne avec cadre de fréquence déposé
(plaque verte)*

La chaîne principale :

Un radar hyperfréquence 24 Ghz à effet Doppler détecte le train et mesure sa vitesse. Après comparaison avec la vitesse de consigne programmée, un électroaimant est alimenté et une fréquence F1 est générée.

Si le radar de vitesse ne détecte pas de survitesse :

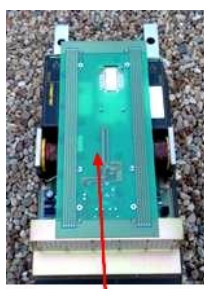
- L'électro-aimant est activé et émet un champ magnétique.
- Le cadre de fréquence émet la fréquence F1.
- Le capteur KFS embarqué reçoit ces signaux qui, s'ils sont émis ensemble indiquent que le passage du train est autorisé.



Electroaimant

Si le radar de vitesse détecte une survitesse :

- L'électro-aimant est activé et émet un champ magnétique.
- Le cadre de fréquence n'émet pas de fréquence.
- Le capteur KFS embarqué reçoit ce signal qui s'il est émis seul indique que le passage du train n'est pas autorisé.

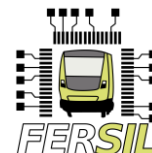


Cadre de Fréquence (plaque verte)

Fonctionnement de la chaîne secondaire :

La survitesse n'est plus une vitesse mesurée mais calculée ; elle représente le temps de parcours du train au dessus de la balise KPVA, entre l'avant du train et le capteur du système AUAE embarqué.

La vitesse de consigne est matérialisée par une temporisation, elle est réglable.



Lorsque l'avant du train est détecté par le radar de présence, l'électroaimant est activé et maintenu pour le temps représentant la vitesse de consigne.

Si l'électroaimant est encore actif quand le capteur du système embarqué passe au dessus de la balise, le train est au dessus de la vitesse de consigne, donc en survitesse.

Le champ de l'électroaimant émis par le KPVA est détecté par le capteur embarqué qui arrête le train.

Si l'électroaimant n'est plus actif quand le capteur du système embarqué passe au dessus de la balise, le train est en dessous de la vitesse de consigne.

Aucun champ n'est généré par le KPVA, ce qui autorise le passage du train.

Fonctionnement général

A la mise sous tension du KPVA les deux chaînes sont actives.

La chaîne principale est prépondérante lorsque le KPVA fonctionne sans anomalie.

En cas d'anomalie de la chaîne principale la chaîne secondaire devient chaîne principale et le KPVA signale cette anomalie et fonctionne en mode dégradé.

En cas d'anomalie de la chaîne secondaire la chaîne principale est prépondérante mais le KPVA signale cette anomalie et fonctionne en mode principal dégradé.

On peut dialoguer avec le KPVA et le paramétrer via une liaison RS422.

Outre la fonction principale d'arrêt du train en cas de survitesse, le KPVA :

- Signale et diagnostique les pannes éventuelles,
- Reconfigure si possible le système en cas de pannes multiples,
- Inhibe le système en cas de pannes critiques (arrêt des trains qui ne sont pas en survitesse)
- Signale les survitesses, mémorise les dernières survitesses et les passages.
- Indique à distance les vitesses de passages des trains (à l'exploitant)

Enfin, le KPVA dispose d'entrées extérieures, permettant de connecter des capteurs ou une liaison de signalisation. Par exemple, le KPVA peut être programmé pour que 2 ou 3 vitesses de consigne puissent être choisies en temps réel en fonction de l'état de la signalisation.

La sécurité et la disponibilité du système KPVA

Le système KPVA associé à un capteur KFS monté sur le train assure un maillon important dans la chaîne de sécurité puisqu'il permet de détecter automatiquement une survitesse dangereuse dans certaines zones. Le KPVA en tant que tel n'est pas conçu comme un système de sécurité intrinsèque. Ses pannes peuvent le rendre inopérant, et donc transparent pour les trains. La sécurité est donc directement liée à sa disponibilité et celle des équipements embarqués. Le KPVA a été conçu pour être très disponible : il dispose comme on l'a vu ci dessus, de deux chaînes de traitement, d'une fonction d'auto surveillance et d'une fonction d'auto reconfiguration, le tout associé à un système de télémaintenance détectant et signalant immédiatement chaque panne au mainteneur.



Programmation et maintenance du KPVA

La balise dispose d'une liaison USB/RS422 qui lui permet d'être connecté à un PC. Des outils logiciels permettent de vérifier le bon fonctionnement de la balise et de la configurer la vitesse de consigne pour chaque site équipé.

Une vue d'ensemble permet de visualiser tous les équipements installés et leur configuration.

Associé à un équipement de test, un logiciel de test sur PC permet de configurer la balise afin de tester ses différents modes de fonctionnement.

Enfin, un logiciel permet de lire les historiques de données et d'états enregistrés par la balise.

La liaison RS422 permet de programmer ou de maintenir l'ensemble des balises installées sur une section donnée, à partir d'un ordinateur concentrateur sécurisé éloigné des matériels (jusqu'à six balises sont actuellement en réseau).

Sur les sites de la RATP, la vérification manuelle s'effectue 4 fois par an. L'opérateur vérifie le fonctionnement du KPVA et lit l'historique des données.

La vérification automatique du KPVA (auto contrôle) est journalière.