

FCMS - Full Duplex Communication Mesh System



Un peu de philosophie en guise d'introduction

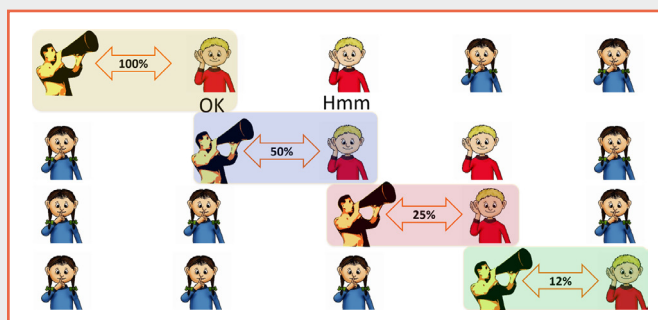
Les câbles sont connus pour permettre des débits de données élevés et une communication robuste grâce à la transmission électrique ou optique des données. Cependant, ils doivent être prévus et installés dès le départ, car toute installation ultérieure implique généralement un travail et des coûts énormes. La transmission de données sans fil, quant à elle, offre une flexibilité maximale, mais sa disponibilité est limitée, car une gamme de fréquences ne peut être utilisée deux fois, et sa robustesse et sa sécurité sont moindres. Hors des gammes de fréquences gérées par des professionnels, la communication dans les bandes de fréquences ISM dites sans licence n'est possible que moyennant un ensemble de règles strictes. La puissance et la durée de transmission déterminent la transmission de données possible.

En Europe, les puissances d'émission autorisées dans les bandes ISM sont beaucoup plus faibles qu'aux États-Unis ou en Extrême-Orient. Ce n'est pas toujours un inconvénient, car la portée est plus faible et la disponibilité du canal de transmission à proximité est donc plus probable. La conséquence, cependant, est que l'on a besoin de concepts très différents pour une transmission adéquate des données, en fonction de l'application. Les réseaux étendus à faible puissance (LPWAN) basés sur LoRa® ou Sigfox® permettent la communication sans fil sur de longues distances, mais uniquement avec une faible largeur de bande/un faible débit de données. Ces débits de données ne sont pas suffisants pour des applications plus complexes, et une communication stable ne peut être obtenue que par un chevauchement des zones de couverture.

Les décideurs doivent dresser une liste exhaustive des exigences liées à la sélection d'une technologie dès le début du développement afin d'éviter un mauvais investissement en temps et en argent. Les réseaux LPWAN avec une largeur de bande de quelques kBit/s sont toujours suffisants pour les tâches de comptage car elles ne sont pas critiques en termes de temps. Toutefois, si les tâches deviennent plus complexes ou s'il est difficile de prévoir ce que les applications futures exigeront en termes de débit de données, la planification devrait permettre une plus grande flexibilité pour les investissements à long terme. Les coûts initiaux du produit ne représentent généralement qu'une infime partie des coûts sur la durée de vie du projet, y compris les coûts d'installation, de maintenance/licence ou de remplacement.

La communication en duplex intégral pour résoudre le problème de réduction de la bande passante

Les exigences en matière de débit de données augmentent tous les jours, en conséquence de quoi les distances de transmission diminuent en raison de la sensibilité réduite des récepteurs. Pour y remédier, on installe généralement plusieurs amplificateurs dans la chaîne de signaux afin d'atteindre la distance de communication requise. Le spectre sans fil étant un support partagé, un seul émetteur à la fois peut être actif, ce qui signifie que chaque amplificateur dans la chaîne de transmission divise par deux la largeur de bande disponible. Lorsque le premier émetteur communique, tous les autres doivent écouter. Lorsque le paquet de données est amplifié pour la première fois, l'émetteur d'origine doit logiquement cesser sa communication car le canal est occupé par l'amplification. Cela signifie que la largeur de bande est réduite de moitié lors de la première amplification. Une nouvelle réduction de moitié de la largeur de bande se produit à chaque amplification successive. Dans l'exemple ci-dessous, avec 3 amplificateurs, seuls 12,5 % de la largeur de bande initiale sont disponibles en fin de chaîne.

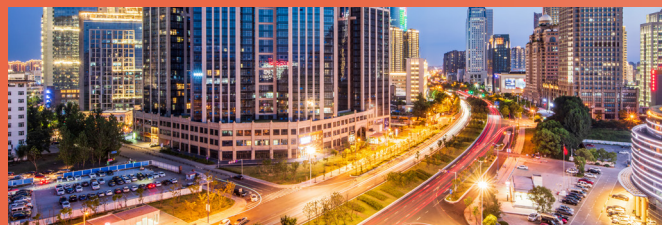


Réduction de moitié de la largeur de bande par amplification dans un moyen de communication partagé

Des systèmes MESH bien connus tels que ZigBee et Z-Wave sont utilisés pour des applications de contrôle et se heurtent à cette difficulté. Pour résoudre ce problème de communication, il faut une solution dans laquelle les amplificateurs n'interfèrent pas les uns avec les autres. Dans une installation matérielle câblée, on pourrait ajouter un câble pour transmettre des informations supplémentaires en parallèle. L'équivalent dans la communication sans fil est de transmettre des données supplémentaires sur une fréquence différente. Les dispositifs classiques de communication sans fil sont équipés d'un seul émetteur-récepteur et partagent le canal de transmission parce qu'ils ne peuvent que recevoir ou émettre. Toutefois, si un émetteur-récepteur supplémentaire est ajouté, il peut recevoir des données sur un canal et en transmettre sur un autre en même temps. C'est ce qu'on appelle la **communication full duplex**.



L'infrastructure d'éclairage public, les mâts et les câbles, sont des équipements communs, généralement détenus par les municipalités ou d'autres propriétaires publics. L'extension de la fonctionnalité de la simple action d'allumage/extinction ou variation de l'intensité d'un luminaire à un réseau universel, sous contrôle et propriété publiques, donne aux municipalités la possibilité d'améliorer la sécurité, l'attractivité et la qualité de vie de la ville.



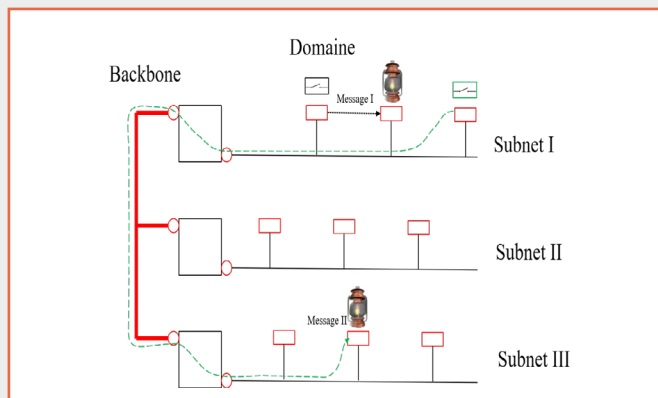
Gestion de la communication en réseau

Des exigences très différentes ont conduit à l'élaboration de divers protocoles de communication. Les protocoles les plus simples ne comportent pratiquement pas de frais généraux, ils sont rapides et efficaces, mais ne sont adaptés qu'à un domaine d'application limité. D'autres, comme le protocole IP, sont conçus de manière si universelle qu'il n'y a pratiquement pas de restrictions mais ils entraînent des frais généraux élevés. Le protocole LON, qui a été développé dans les années 1990, offre une combinaison adéquate d'efficacité (peu de frais généraux), d'applicabilité universelle, de routage et de divers services. Tout ce qui est nécessaire est disponible et est également couvert par une norme EN / ANSI, de sorte qu'il est ouvert et disponible pour tout le monde. Lorsque l'on compare les protocoles IP et LON, on constate qu'il existe de nombreuses similitudes appréciables, mais certaines caractéristiques non-vitales ont été laissées de côté pour des raisons d'efficacité.

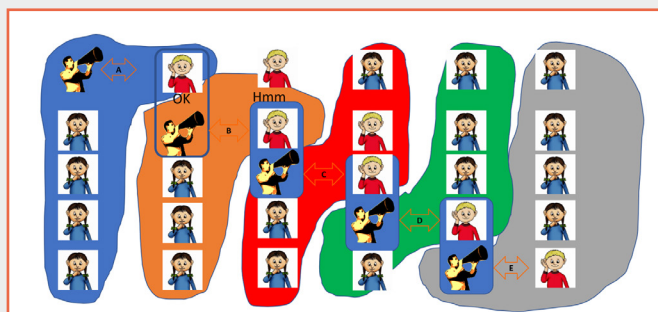
Le protocole LON® offre les caractéristiques essentielles suivantes :

- Subdivision en domaine, sous-réseau, identifiant de nœud
- Services : distribution unitaire, distribution de groupe, distribution générale
- Non-accusé de réception / Accusé de réception
- Routage
- Différentes vitesses de transmission et différents supports de transmission
- Charge utile 1 ...31 bytes
- Interopérabilité grâce à des définitions normalisées facultatives de la charge utile et des profils de dispositifs
- Normalisé selon ANSI CTA 709.1 (709.n) et EN 14908-1 (14908-n)
- Une base d'outils généraux pour la mise en service

Le protocole LON permet de construire des structures capables de transmettre et de filtrer/acheminer des données de manière très efficace, de sorte que seuls les segments de réseau dans lesquels la communication a lieu sont chargés. Dans l'image suivante, nous trouvons deux messages. Le message (I) qui n'existe que dans le même segment parce qu'il est filtré par le routeur, ainsi que le message (II) du premier sous-réseau via le routeur (I) dans le backbone, puis via le routeur (III) dans le sous-réseau 3 pour atteindre sa destination.



Si nous réunissons maintenant les deux idées de **transmission de données en duplex intégral** et avec un **protocole approprié** qui permet la structuration, le résultat est une nouvelle solution technique qui va bien au-delà de ce qui est disponible aujourd'hui dans le domaine de la communication sans fil. Compte tenu de la spécification LON et de ses limites, il est théoriquement possible de construire des réseaux dans un domaine comportant 255 sous-réseaux et 127 contrôleurs par sous-réseau.



Structuration de la transmission de données dans les gammes de fréquences des routeurs

En tenant compte des réserves pour la disponibilité des communications, nous constatons que jusqu'à 100 sous-réseaux en ligne avec 15 à 30 contrôleurs par sous-réseau sont réalisables sans problème. Cette hypothèse aboutirait à des îlots interconnectés de 1500 à 3000 contrôleurs. Les premières mesures confirmées lors d'essais sur le terrain ont montré qu'une communication stable avec un débit net de 100 kBit/s peut être obtenue via 80 sauts/répétitions et que le temps de latence entre l'envoi de l'information et l'arrivée à destination via 80 routeurs n'est que d'environ 300 ms.



Soyez flexible - avec le système RF Mesh d'iciti



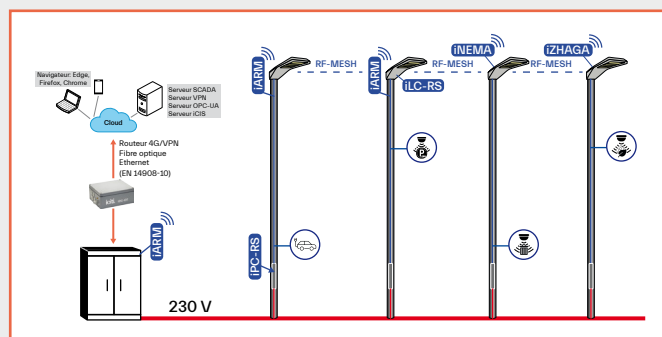
Le temps de latence de transmission des données mesuré dépend, entre autres, de l'occupation du canal, et doit être déterminé lors d'essais sur le terrain avec différents volumes de données et en fonction de l'activité Wifi, en vue d'obtenir une base pour les réserves qui doivent être prises en compte lors du dimensionnement des réseaux.

Dans l'ensemble, ces résultats constituent une amélioration significative par rapport à la limitation de la taille du réseau de 70 à 100 contrôleurs des technologies concurrentes. La combinaison de la capacité multi-maître propre au LON et du comportement piloté par les événements, offre d'autres avantages en ce qui concerne l'organisation du réseau.

Le CDMA (Collision Detection Multiple Access), avec l'implémentation préférentielle du comportement événementiel du LON, assure une faible utilisation du réseau. Ainsi, grâce à la capacité de duplex intégral dans chaque sous-réseau, il est possible d'éviter une synchronisation coûteuse via TDMA (Time Division Multiple Access) ainsi qu'une perte de temps. La formation d'une infrastructure de communication via le réseau fédérateur doit être effectuée en utilisant la capacité duplex intégral, mais de simples participants tels que des capteurs/actionneurs sans capacité de duplex intégral peuvent être connectés/intégrés dans le sous-réseau respectif à tout moment. Par conséquent, il est toujours possible d'utiliser des appareils très économes en énergie qui ne sont équipés que d'un seul émetteur-récepteur et qui ne doivent être mis à niveau que par l'extension de la stack de protocoles.

Si nous revenons au sujet des systèmes maillés simples, on comprend maintenant que l'objectif est de placer le moins d'amplificateurs possible dans le canal de transmission afin que la largeur de bande reste la plus grande possible. Ainsi, la puissance d'émission et la sensibilité déterminent la distance de communication. Dans un espace ouvert (ligne de vue), la distance de communication est environ cinq fois plus grande que dans un environnement bâti. Si vous atteignez 1 km dans un espace ouvert, la distance est d'environ 200 m en ville. De nombreuses causes sont à l'origine de ce phénomène, comme l'atténuation du signal, les interférences ou le chevauchement de produits ayant une puissance de transmission plus élevée, tels que les réseaux de communication basés sur la technologie Wifi.

L'idée de combiner un émetteur/récepteur full duplex et une structuration du protocole signifie qu'un nombre beaucoup plus élevé d'amplificateurs peut être utilisé dans la chaîne d'émission/réception, car seule la latence est affectée, mais la bande passante reste stable. Une distance de 100 mètres en général et de 30 mètres en cas de besoin ne pose pas de problème, tant que la latence dans l'installation reste inférieure à une seconde. Si une synchronisation est nécessaire, elle peut être obtenue grâce au temps GPS et les données peuvent être enrichies par l'ajout d'un horodatage d'exécution.



L'idée de combiner la capacité de duplex intégral et la structuration du protocole a été brevetée, voir ci-dessous :

Deutsches Patent- und Markenamt
DPMAdirekt - elektronische Dokumentenannahme

Benachrichtigung über den Erhalt einer Patentanmeldung:

Dokumenten Referenz-Nr. (DRN): 2022093017232500DE
Anmeldung eingegangen am: 30.09.2022
Anmeldung erhalten von: CN=WSL Patentanwälte, C=de, O=WSL Patentanwälte Partnerschaft mbB, OU=Patente-Marken-Designs, E=mail@wsl-patent.de
Ihr Zeichen: 210103DE
Digitale Signatur
Signaturniveau: fortgeschritten
gültig von: 22.01.2018 01:00:00
gültig bis: 23.01.2023 00:59:59
Eigentümer: CN=Karsten Siebert 33687
Seriennummer: 111921619346017496200498734211741884688
Herausgeber: O=European Patent Office, CN=European Patent Office CA G2

Daten zum vorliegenden Vorgang:

Amthliches Aktenzeichen: 10 2022 125 428 3
Barcode:
Vorgangstyp: Patentanmeldung (DE)
Bestimmungsamt: DPMA
Titel der Patentanmeldung: System zum Übertragen eines Signals mit einem Datenpaket zu und von einem aus einer Mehrzahl von Controllern
Anmelder: LVX Global (Deutschland) GmbH
Tannenwaldallee 2
61348 Bad Homburg
DE

