(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 894 074 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
B61L 19/06 *(2006.01)* ***B61L 27/00*** *(2006.01)*
B61L 15/00 *(2006.01)* *B61L 25/02* *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **14150508.1**

(22) Anmeldetag: **08.01.2014**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Überwachung eines Eisenbahnnetzes**

Method and device for monitoring a railway network

Procédé et dispositif de surveillance d'un réseau de voie ferrée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.07.2015 Patentblatt 2015/29

(73) Patentinhaber: **Schweizerische Bundesbahnen SBB**
3000 Bern (CH)

(72) Erfinder:
- **Badran, Wassim**
  3000 Bern (CH)
- **Engel, Théo**
  1690 Villaz-St-Pierre (CH)
- **Biffiger, Karin**
  8048 Zürich (CH)
- **Kormann, Roland**
  4900 Langenthal (CH)

(74) Vertreter: **Rutz & Partner**
Alpenstrasse 14
Postfach 7627
6304 Zug (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 132 548
EP-A1- 0 581 281
US-A1- 2011 167 076

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 894 074 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Überwachung eines Eisenbahnnetzes, insbesondere zur Überwachung von stationären Netzeinheiten des Eisenbahnnetzes. Eisenbahnnetze umfassen eine extrem hohe Zahl von unterschiedlichen Netzeinheiten, die entlang des Streckennetzes verteilt sind und die lokalisiert, überwacht, gewartet, modifiziert, erweitert und/oder gesteuert werden müssen. Da Eisenbahnnetze historisch gewachsen sind, umfassen sie zudem oft Teilsysteme, die sich ergänzen und oft auch überlappen, was die Kontrolle, die Wartung, den Ausbau und die Steuerung des Eisenbahnnetzes und der betroffenen Netzeinheiten erschwert.

[0002] Nebst dem Gleisnetz umfasst das Eisenbahnnetz Steuerungsanlagen und Sicherungsanlagen, insbesondere Stellwerkanlagen, wie sie z.B. in, R. Hämmerli, Die Grundsätze der Sicherungsanlagen für den Eisenbahnbetrieb, Schweizerische Bundesbahnen SBB, Band 1, Februar 1990, und Band 2, November 1982 beschrieben sind. Weiterhin umfassen Eisenbahnnetze Steuerungssysteme und Kommunikationssysteme, wie sie in EP2631152A1 beschrieben sind.

[0003] Zu beachten ist ferner der Trend zu intelligenten Netzen mit Netzeinheiten, die erweiterte Fähigkeiten aufweisen und beispielsweise Informationen selbsttätig erfassen, gegenseitig austauschen und an einen Server übertragen können. Diese Funktionen können aufgrund der Komplexität des Eisenbahnnetzes nur ungenügend genutzt werden. Die Nutzung der erweiterten Fähigkeiten der zahlreichen Netzeinheiten ist daher nur mit hohem Aufwand und nur ansatzweise möglich.

[0004] Entweder sind die Netzeinheiten in eines oder mehrere spezialisierte Systeme eingebunden oder die Netzeinheiten müssen individuell lokalisiert und individuell bearbeitet werden. Sofern die Netzeinheiten in spezialisierte Systeme eingebunden sind, haben nur die betreffenden Spezialisten Zugriff. Bei diesen spezialisierten Systemen besteht wiederum das Problem der kostspieligen Redundanz sowie des Datenabgleichs, der aufgrund der Systemkomplexität kaum möglich ist. Die spezialisierten Systeme stellen im Wesentlichen nur diejenigen Informationen und Dienstleistungen zur Verfügung, die in diesem Spezialbereich, beispielsweise der Sicherung oder der Kommunikation erforderlich sind. Die netzübergreifende Führung und Planung werden dadurch wesentlich erschwert.

[0005] Eine vollständige, automatisierte und koordinierte Behandlung der Netzeinheiten zur Überwachung und Steuerung derselben ist nicht möglich.

[0006] Aufgrund der Komplexität des Eisenbahnnetzes und der dafür vorgesehenen Überwachungssysteme und Steuerungssysteme resultieren hohe Aufwendungen und Kosten für den Unterhalt und den weiteren Ausbau der Systeme. Ferner führen die Komplexität des Eisenbahnnetzes und die Verwendung unterschiedlicher Systeme bei der Datenverwaltung regelmässig zu Datenfehlern, deren Korrektur wieder mit hohem Aufwand verbunden ist.

[0007] Die EP0132548A1 offenbart eine Einrichtung zum Betrieb einer Bahnhofsanlage, die eine rasche Inbetriebnahme bzw. Wiederinbetriebnahme der Anlage nach einer Änderung der Anlagentopographie, nach einer Änderung der Bereichsaufteilung, nach Änderung elementspezifischer Daten, oder nach dem Auftreten von Störungsfällen ermöglicht.

[0008] Die Bahnhofsanlage wird in einer Bahnhofsdatenliste in einem gesonderten Eingaberechner beschrieben und einzelnen Bereichsrechnern in der Aufrüstphase mitgeteilt.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Überwachung eines Eisenbahnnetzes und dessen stationärer Netzeinheiten anzugeben.

[0010] Insbesondere sind ein leicht beherrschbares Verfahren und eine mit geringem Aufwand realisierbare Vorrichtung zu schaffen, anhand derer Überwachungen mit einem hohen Automatisierungsgrad oder vollständig automatisiert durchführbar sind.

[0011] Anhand des Verfahrens und der Vorrichtung sollen Daten des Eisenbahnnetzes und der Netzeinheiten koordiniert ermittelt werden können, ohne individuell auf mehrere sich überlappende Teilsysteme zuzugreifen oder Netzeinheiten einzeln ermitteln zu müssen.

[0012] Insbesondere sollen Daten, wie Zustandsdaten, des Eisenbahnnetzes und der Netzeinheiten ermittelt werden können, welche als Steuerinformationen für die Wartung und die Modifikation des Eisenbahnnetzes und der Netzeinheiten sowie die entsprechenden Wartungssysteme und Modifikationssysteme verwendbar sind.

[0013] Anhand des erfindungsgemässen Verfahrens sollen das Eisenbahnnetz und Teile davon präzise abgebildet und in der Folge auch bedarfsweise behandelt oder bearbeitet werden können.

[0014] Das Verfahren und die Vorrichtung sollen ferner die Grundlage für eine Überarbeitung und Vereinheitlichung historisch gewachsener komplexer Eisenbahnsysteme bilden. Insbesondere sollen das Verfahren und die Vorrichtung Referenzinformationen zur Verfügung stellen, welche es erlauben Daten von Teilsystemen zu prüfen, zu korrigieren und zu verbinden oder weiter auszuwerten.

[0015] Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren und einer Vorrichtung gelöst, welche die in Anspruch 1 bzw. 12 angegebenen Merkmale aufweisen. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0016] Das Verfahren dient der Überwachung eines Eisenbahnnetzes und dessen stationären Netzeinheiten, deren

Objektdaten zusammen mit den zugehörigen geographischen Koordinaten eines Referenzsystems erfasst und in einem Objektdatensatz gespeichert werden.

[0017] Erfindungsgemäss werden innerhalb des Referenzsystems in sich geschlossene Flächenabgrenzungen vorgesehen, durch die Netzsegmente definiert werden, die zugehörige stationäre Netzeinheiten einschliessen, wobei zur Überwachung der Netzeinheiten in einem der Netzsegmente vorzugsweise alle gespeicherten Objektdatensätze geprüft und die Netzeinheiten ausgewählt werden, deren Koordinaten innerhalb der betreffenden Netzsegmente liegen und dass Zustandsdaten der ausgewählten Netzeinheiten ermittelt und/oder Steuerdaten an diese Netzeinheiten abgegeben werden. Die Flächenabgrenzungen sind beliebig wählbar und können später wahlweise modifiziert und geänderten Gegebenheiten angepasst werden.

[0018] Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt es, ein Eisenbahnnetz oder Teile davon in einfacher Weise abzubilden und Zustandsdaten von Netzeinheiten zu erfassen.

[0019] Die Zustandsdaten können elementare oder detaillierte Informationen zum Zustand einer Netzeinheit liefern. Bereits von hohem Wert ist die Information, dass sich die Netzeinheit innerhalb des Netzsegments befindet und an diesem Ort darauf zugegriffen werden kann. Weiter können die Zustandsdaten die aktuelle Konfiguration der Netzeinheit anzeigen. Beispielsweise kann die Lage einer Weiche oder die Version des Betriebsprogramms einer Kommunikationseinheit angezeigt werden. Weiterhin können die Funktionsfähigkeit und aufgetretene Abnutzungserscheinungen angezeigt werden. Weiterhin können Schnittstellenangaben und Verbindungszustände zu anderen Netzeinheiten angezeigt werden. Ferner können Informationen angezeigt werden, die es erlauben, auf die Netzeinheit zuzugreifen und diese zu steuern. Das netzübergreifende erfindungsgemässe Verfahren steht damit in Konkurrenz zu Verfahren der Spezialsysteme und erlaubt es damit fallweise, Funktionen der Spezialsysteme zu ergänzen oder zu ersetzen.

[0020] Als Zustandsdaten können Ist-Zustandsdaten und Soll-Zustandsdaten sowie Abweichungen davon erfasst werden. Die Abweichungen können sich auf Abweichungen zu einem früher registrierten Ist-Wert beziehen und beispielsweise Abnutzungserscheinungen betreffen, die während des Betriebs aufgetreten sind. Die Abweichungen können sich ferner auf die Differenz zwischen einem früher registrierten Ist-Wert und einem neu eingegebenen Soll-Wert beziehen, welcher aus Planungsdaten abgeleitet wurde.

[0021] Mit den Zustandsdaten, insbesondere den genannten Abweichungen, werden vorzugsweise auch Finanzdaten als Objektattribute erfasst. Mit den Finanzdaten, welche mit den Netzeinheiten verknüpft sind, liegt eine Basis für koordinierte Budgetrechnungen und Kostenrechnungen des Eisenbahnnetzes und der Netzsegmente vor.

[0022] Mit einfachen Abfragen können daher alle relevanten Informationen, wie Zustandsinformationen, Wartungsinformationen, Inventardaten oder Finanzdaten für ein Netzsegment ermittelt und weiter verarbeitet werden.

[0023] Mittels des erfindungsgemässen Verfahrens kann die Grundlageninformation des Eisenbahnnetzes für alle bestehenden Teilsysteme, wie Steuerungssysteme und Verwaltungssysteme, Wartungssysteme und Entwicklungssysteme effizient bereitgestellt werden. Informationen können für die interessierenden Netzsegmente geordnet nach Klassen selektiv bereitgestellt werden. Für jedes Netzsegment kann das so genannte Mengengerüst vollständig oder ausschnittweise dargestellt werden. Das Mengengerüst umfasst vorzugsweise die Elemente des Bereichs »Ingenieurbau«, des Bereichs »Bahnzugang«, des Bereichs »Fahrbahn«, des Bereichs »Energie«, des Bereichs »Fahrstrom«, des Bereichs »Sicherungsanlagen« und des Bereichs »Kommunikation«. Die genannten Bereiche können als einzelne Schichten eines Netzsegments wahlweise einzelnen oder in Kombination abgebildet werden. Ferner können die einzelnen Bereiche selbst in Schichten unterteilt werden.

[0024] Das erfindungsgemässe Verfahren und die Vorrichtung erfüllen daher die Funktion eines Tomographen, welcher Abschnitte "im Körper" des Eisenbahnnetzes selektiv darstellen kann. Für jede Abbildung können die Knochenstruktur bzw. die Fahrbahnstruktur des Eisenbahnnetzes oder die Nervenstruktur bzw. die Kommunikationsstruktur des Eisenbahnnetzes wahlweise angezeigt werden. Während der Tomographen hingegen nur die schichtweise Abbildung eines physikalischen Körpers ermöglicht, erlauben das erfindungsgemässe Verfahren und die Vorrichtung die Netzeinheiten als steuerbare Objekte zu erfassen, auf die der Anwender bedarfsweise zugreifen kann.

[0025] In einer weiteren Ausbaustufe werden die Schnittstellen der Netzeinheiten sowie gegenseitige Verbindungen erfasst, so dass mögliche Interaktionen registriert und ausgelöst werden können.

[0026] Vorzugsweise wird das erfindungsgemässe Verfahren derart ausgestaltet, dass der Anwender in einer Abbildung auf die Netzeinheiten bzw. Objekteinheiten durch Mausklick zugreifen und die Eingriffsmöglichkeiten anzeigen kann. Sofern die Netzeinheiten über eine Kommunikationsadresse verfügt, kann der Anwender direkt mit dieser Netzeinheit kommunizieren. Beispielsweise kann er anhand eines Diagnosewerkzeugs über das Internet ein ICMP(v6)-"Echo-Request"-Paket (ping) an die Zieladresse senden und die Paketumlaufzeit (round trip delay (RTD)) ermitteln.

[0027] Der Anwender kann daher die interessierenden Netzeinheiten in seinem Arbeitsbereich aufrufen, abbilden und direkt ansteuern.

[0028] Durch die erfindungsgemässe Überwachung des Eisenbahnnetzes resultieren somit wesentliche Vorteile insbesondere hinsichtlich der Prüfung und Wartung, aber auch hinsichtlich der Substanzerhaltung und des Ausbaus des Eisenbahnnetzes.

[0029] Durch die einfache und fehlerfreie partielle oder vollständige Abbildung des Eisenbahnnetzes und des-

sen Zustandes wird eine vorteilhafte gemeinsame Grundlage für Betrieb, Planung und Bau der Eisenbahninfrastruktur geschaffen. Das Eisenbahnunternehmen, als Infrastrukturbetreiberin und Eisenbahnverkehrsunternehmen, erhält mittels des erfindungsgemässen Verfahrens automatisiert alle relevanten Informationen, welche als Grundlage für weiteres Handeln dienen. Das für geographische Teilbereiche zuständige Personal in verschiedenen technischen Arbeitsbereichen kann selektiv Daten für einen zu bearbeitenden geographischen Teilbereich abrufen um lokale Prüfungen oder Planungen vorzunehmen.

[0030] Durch die Abbildung des Zustandes der Netzeinheiten kann eine Priorisierung der Wartungsarbeiten und eine relativ präzise Berechnung der Wartungskosten vorgenommen werden.

[0031] Anstelle der Verwendung mehrerer sich überlappender, gegebenenfalls historisch gewachsener Netzsysteme, kann die Überwachung des Netzwerks mit einem einzigen System durchgeführt werden. Das Eisenbahnunternehmen erhält auf allen Ebenen rasch Zugriff zu relevanten technischen Informationen, die in der Folge mit hoher Präzision in Kostenrechnungen und Budgetrechnungen insbesondere für Wartung, Instandhaltung, Planung und Ausbau übernommen werden können.

[0032] Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass das nach dem erfindungsgemässen Verfahren ermittelte Abbild des Eisenbahnnetzes nach dem Hinzufügen weiterer Netzeinheiten automatisch aktualisiert wird.

[0033] Das Abbild kann dabei statisch oder auch dynamisch sein, falls die Verbindungen zwischen den Netzeinheiten, die Schnittstellendaten, die Methoden der Objekte registriert wurden und somit Interaktionen online ausgelöst und verfolgt werden können. Durch Erweiterung der Attribute der registrierten Objekte bzw. Netzeinheiten kann das mit dem erfindungsgemässen Verfahren erstellte Abbild des Eisenbahnnetzes daher beliebig detailliert mehrdimensional dargestellt werden. Durch Verknüpfung der vorliegenden Informationen können den Netzeinheiten weitere Vektoren, beispielsweise ein Wartungsvektor, hinzugefügt werden. Durch Überwachung und Vergleich der Länge der Vektoren mit einem Schwellwert können Zustände signalisiert werden, welche einen Eingriff erfordern.

[0034] Für jede der Netzeinheiten wird ein Objektdatensatz mit Objektattributen bereitgestellt, welche vorzugsweise regelmässig aktualisiert werden. Jeder Objektdatensatz umfasst wenigstens die Objektidentität und die Objektkoordinaten und vorzugsweise die Objektfunktion. Vorzugsweise werden die Systemzugehörigkeit, Entstehungsdaten, Wartungsdaten, Objektmethoden, Konfigurationsdaten und/oder Schnittstellendaten als Attribute erfasst.

[0035] Für intelligente Netzeinheiten, d.h. Netzeinheiten mit einem Computer und einer an ein Kommunikationsnetz angeschlossenen Kommunikationseinheit wird ferner vorzugsweise eine Kommunikationsadresse in den Objektdatensatz eingefügt. Einzelne der Attribute, wie die Objektidentität, die Objektkoordinaten, die Objektfunktion, die Systemzugehörigkeit, die Objektmethoden und die Schnittstellendaten haben statischen Charakter.

[0036] Andere Attribute, wie die Wartungsdaten und die Konfigurationsdaten haben dynamischen Charakter und werden vorzugsweise regelmässig aktualisiert.

[0037] Die Flächenabgrenzungen werden vorzugsweise unter Berücksichtigung

a) der Topologie des Gleisnetzes und/oder des Streckennetzes und dessen Betriebspunkte und Streckenachsen;

b) der Stellwerksgrenzen;

c) der Gleisarten differenziert in Gleisstränge mit Hauptgeleisen und Nebengeleisen;

d) der Fahrstromabgrenzungen; und/oder

e) vorliegender historischer und verwaltungstechnischer Abgrenzungen

festgelegt.

[0038] Dazu werden für das Gleisnetz mit dessen Gleissträngen und Weichenpunkten sowie das Streckennetz mit dessen Betriebspunkten und Streckenachsen zugehörige Koordinaten, die sich auf das Referenzsystem beziehen, ermittelt und gespeichert. Für die dem Gleisnetz oder dem Streckennetz zugehörigen Netzeinheiten, die bereits gespeichert sind, werden daher ergänzend die gegenseitigen Verbindungen und vorzugsweise auch die möglichen Interaktionen registriert. Beispielsweise anhand des Gleisnetzes kann in der Folge das Streckennetz ermittelt werden. Alternativ kann die Topologie des Gleisnetzes ausgehend vom Streckennetz erstellt werden. Anhand des ermittelten Gleisnetzes und des Streckennetzes gelingt es, die Flächenabgrenzungen präzise zu erstellen. Beispielsweise können Hauptgeleise und Nebengeleise, die vorzugsweise als solche markiert sind, durch die Flächenabgrenzungen automatisch voneinander getrennt werden.

[0039] In bevorzugten Ausgestaltungen werden die Flächenabgrenzungen daher unter Berücksichtigung der Objektattribute vorzugsweise automatisch erstellt. Falls die die Systemzugehörigkeit, beispielsweise die Zugehörigkeit zu einem Stellwerk, als Objektattribute gespeichert ist, so können die Flächenabgrenzungen automatisch derart erstellt werden, dass alle diesem System zugehörigen Netzeinheiten in einem Netzsegment eingeschlossen werden.

[0040] Mit der Aufnahme des Gleisnetzes und des Streckennetzes resultieren zudem weitere Steuerungsmöglichkeiten. Beispielsweise könnten Weichen derart angesteuert werden, dass die Möglichkeit besteht, eine Fahrstrasse zu erstellen.

[0041] Zur Vermeidung von Fehlzurechnungen von Netzeinheiten zu Netzsegmenten werden die Flächenabgrenzungen vorzugsweise als Polygone derart festgelegt, dass sie die Streckenachsen des Streckennetzes jeweils senkrecht durchlaufen.

[0042] Besonders vorteilhaft kann für jede der Netzeinheiten auch deren Zustand und gegebenenfalls deren Konfiguration vorteilhaft ermittelt und registriert werden. Dies kann durch direkte Messung des Zustandes der Netzeinheiten mittels Sensoren, durch Abrufen durch das Wartungspersonal lokal eingegebener Zustandsdaten, anhand von Daten eines Leitrechners oder durch Berücksichtigung von Einflussfaktoren und auftretender Belastungen erfolgen. Beispielsweise wird für jede Netzeinheit oder für jedes Netzsegment der zeitliche Verlauf der Witterung und/oder des Verkehrsaufkommens erfasst. Anhand des erfindungsgemässen Verfahrens können beispielsweise die Weichen innerhalb eines Netzsegments sowie vorzugsweise deren Konfiguration abgebildet werden.

[0043] Zur Überwachung von Netzeinheiten, welche sich über einen grösseren geographischen Bereich erstrecken, können zwei oder mehrere Netzsegmente zu einer Segmentgruppe zusammengefasst werden. Sofern beispielsweise die Netzeinheiten entlang einer Verkehrsachse überwacht oder bearbeitet werden sollen, so können alle entlang dieser Verkehrsachse aneinander anschliessenden Netzsegmente in einer Segmentgruppe zusammengefasst werden. Der Zustand der Netzeinheiten dieser Verkehrsachse kann durch Auslesen von Daten oder Durchführung von Prüfungen evaluiert werden, um die erforderlichen Informationen für Netzeingriffe zu gewinnen.

[0044] Erfindungsgemäß ist wenigstens ein Netzrechner vorgesehen, welcher auf eine Datenbank zugreifen kann, in der die Objektdatensätze der Netzwerkeinheiten abgelegt sind und der die Zustandsdaten der Netzeinheiten erfasst. Vorzugsweise ist der Netzrechner mit wenigstens einem Teil der Netzeinheiten über Kommunikationskanäle oder Steuerkanäle verbunden, so dass Daten, gegebenenfalls Steuerdaten unidirektional oder bidirektional übertragen werden können. Die Abfrage von Daten oder die Steuerung von Netzeinheiten erfolgt vorzugsweise mittels der im Objektdatensatz enthaltenen Objektadresse, an die entsprechende Instruktionen übertragen werden.

[0045] Dazu sind der Netzrechner und die entsprechenden Netzeinheiten je mit einer Kommunikationseinheit versehen, mittels der Daten abgerufen und drahtgebunden oder drahtlos zum Netzrechner übertragen werden, oder mittels der Daten zu den Netzeinheiten übertragen werden, um diese zu Steuern oder neu zu konfigurieren.

[0046] Die Kombinationseinheiten können über ein drahtgebundenes oder drahtloses Netzwerk mit dem Netzrechner verbunden sein. Möglich ist ferner die Datenübertragung über das Stromversorgungsnetz, wie dies bei der so genannten Rundsteuerung erfolgt.

[0047] Daten können auch kontaktlos mittels der RFID-Technologie abgefragt werden. Sofern die Netzeinheiten mit einem Transponder versehen sind, können Daten beispielsweise mittels mobiler Netzeinheiten bei jeder Durchfahrt abgefragt werden. Auf diese Weise können die Zustandsdaten und Attribute der stationären Netzeinheiten regelmässig aktualisiert werden.

[0048] In einem nicht-beanspruchten Beispiel wird auch den mobilen Netzeinheiten, d.h. den Schienenfahrzeugen, insbesondere den Lokomotiven, ein Objektdatensatz zugeordnet, der in der Datenbank abgelegt und vom Netzrechner erfasst wird, falls dessen Objektkoordinaten innerhalb eines überwachten Netzsegments liegen.

[0049] Aus der EP2631152A1 ist ein Verfahren zur Lokalisierung von Schienenfahrzeugen, d.h. mobile Netzeinheiten bekannt. Anhand dieses Verfahrens können die Objektkoordinaten der mobilen Netzeinheiten erfasst und regelmässig aktualisiert werden. Die mobilen Netzeinheiten können daher in derselben Weise innerhalb eines Netzsegments dargestellt werden, wie die stationären Netzeinheiten. Das vorliegende Verfahren und das innere der EP2631152A1 beschriebene Verfahren sind daher komplementär zueinander. Das vorliegende Verfahren ist ein Grundlagenverfahren, welches jedoch auch zu weiteren Verfahren komplementär ist, die ihm Eisenbahnnetz implementiert sind.

[0050] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einem Gleisnetz GN eines Eisenbahnnetzes, welches Netzeinheiten NE umfasst, denen Koordinaten eines Koordinatensystems zugeordnet werden, die als Objektkoordinaten zusammen mit den Objektidentitäten zu einer Datenbank DB eines Netzrechners NR übertragen werden;

Fig. 2 den Teil des Streckennetzes SN des Eisenbahnnetzes, welcher dem Teil des Gleisnetzes GN von Fig. 1 entspricht und der anhand von Flächenabgrenzungen FAB in Netzsegmente FA12, FA3, FA45, FA6 und FA7 aufgeteilt ist, die unabhängig voneinander überwacht werden, wie dies anhand der unterschiedlichen Schraffuren symbolisch gezeigt ist;

Fig. 3 die Netzsegmente FA12, FA3, FA45, FA6 und FA7 von Fig. 2 aufgeteilt in eine erste Segmentgruppe SG1 mit den Netzsegmenten FA12, FA3, und FA7 und eine zweite Segmentgruppe SG2 mit den Netzsegmenten FA45 und FA6, wie dies anhand übereinstimmender Schraffuren gezeigt ist;

Fig. 4 den Netzrechner NR von Fig. 1 mit dem Abbild des Netzsegments FA6, dessen Flächenabgrenzungen FAG modifiziert werden, um eine

neue Netzwerkeinheit, nämlich eine streckengebundene Kommunikationseinheit B6-n zu erfassen; und

Fig. 5 das physikalische Netzsegment FA6r mit einer mobilen Netzeinheiten bzw. einer Lokomotive an der Koordinatenstelle x2/y2 und das Abbild FA6 des physikalischen Netzsegments FA6r auf dem Netzrechner NR von Fig. 4.

[0051] Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Gleisnetz GN eines Eisenbahnnetzes, welches stationäre, d.h. fest installierte Netzeinheiten NE umfasst. Das Gleisnetz umfasst unter anderem Hauptgeleise HG-1, HG-2, HG-3, HG-4 und Nebengeleise NG-1, NG-2, NG-3, NG-4, NG-5. An den Betriebspunkten BPS-1, ..., BPS-6 sind ferner die Stationen ST-A, ..., ST-F eingezeichnet. Das Gleisnetz GN umfasst nebst den Fahrstrassen u.a. Sicherungsanlagen, Signalisierungsanlagen, Fahrleitungen, Kommunikationsvorrichtungen sowie Bauten z.B. an Bahnhöfen und Haltestellen. Vom Anwender ausgewählte Einrichtungen und deren Elemente bilden erfindungsgemäss die Netzeinheiten NE.

[0052] Jeder der Netzeinheiten NE wird ein Objektdatensatz mit Objektattributen zugeordnet, welche wenigstens die Objektidentität und die Objektkoordinaten umfassen. Vorzugsweise werden weitere Attribute wie die Objektfunktion, die Systemzugehörigkeit, zum Beispiel die Zugehörigkeit zu einer Sicherungsanlage, Entstehungsdaten, Wartungsdaten, Objektmethoden, Konfigurationsdaten, Schnittstellendaten, sowie, falls vorhanden, eine Kommunikationsadresse als Attribute erfasst. Die Objektdatensätze aller relevanten Netzeinheiten NE werden in einer Datenbank DB abgelegt, auf die ein Netzrechner NR zugreifen kann.

[0053] In die Datenbank DB können auch geplante und noch nicht realisierte Netzeinheiten NE aufgenommen werden. Sofern geplant ist, eine Netzeinheit NE zu ersetzen, so kann die noch nicht eingebaute neue Netzeinheit NE bereits in die Datenbank DB aufgenommen und abgebildet werden.

[0054] Innerhalb des Gleisnetzes GN verkehren Schienenfahrzeuge (siehe Figur 5), die mit Kommunikationseinheiten versehen sind, über die die aktuelle Position bzw. die Objektkoordinaten dieser Schienenfahrzeuge an den Netzrechner NR und die Datenbank DB übertragen werden. Zur Ermittlung der Objektkoordinaten kann z.B. das in der EP2631152A1 beschriebene Verfahren verwendet werden, bei dem die Ortung eines Mobilgeräts, das einem Schienenfahrzeug zugeordnet ist, innerhalb eines Mobilfunknetzes erfolgt. In einem nichtbeanspruchten Beispiel können mobile Netzeinheiten NE, deren Objektkoordinaten erfasst wurden, ebenso behandelt werden, wie stationäre Netzeinheiten NE.

[0055] Als Referenzkoordinatennetz für die Objektkoordinaten der stationären Netzeinheiten NE wird beispielsweise ein nationales oder internationales Koordinatensystem verwendet.

[0056] Fig. 1 zeigt exemplarisch die Erfassung der Objektkoordinaten einer stationären Netzeinheit NEn, beispielsweise einer an einem Netzknoten des Gleisnetzes GN angeordneten Weiche. Für die genannte Netzeinheit NEn wurden die Objektkoordinaten x1/y1 ermittelt, die zusammen mit der Identität ID der Netzeinheit NEn an den Netzrechner NR übertragen und von diesem in der Datenbank DB gespeichert werden. Die Datenbank DB enthält somit die nicht redundanten Daten aller Netzeinheiten NE des Eisenbahnnetzes.

[0057] In einem ersten Verfahrensschritt werden daher alle relevanten Netzeinheiten NE des Eisenbahnnetzes identifiziert und deren Objektkoordinaten erfasst. Der Umfang der ermittelten Netzeinheiten NE und die zugehörige Informationstiefe bzw. der Umfang der Attributinformationen für jede Netzeinheit NE kann durch den Anwender festgelegt werden. Das System ist skalierbar und kann beliebig ausgebaut werden.

[0058] Die Ermittlung der Objektinformationen für die Netzeinheiten NE kann bei entsprechender Ausrüstung der Netzeinheiten NE automatisch vollzogen werden. Sofern eine intelligente Netzeinheit NE mit einem GPS-Empfänger, einer eindeutigen Kennnummer und einem Kommunikationsmodul versehen ist, so können die Objektkoordinaten automatisch ermittelt und mit der Kennnummer zum Netzrechner NR übertragen werden. Die Kennnummer kann gegebenenfalls weitere Informationen enthalten, wie die der Netzeinheit NE zugehörige Funktion, den Hersteller und das Herstellungsdatum.

[0059] Fig. 2 zeigt den Teil des Streckennetzes SN des Eisenbahnnetzes, welcher dem Teil des Gleisnetzes GN von Fig. 1 entspricht. Eingezeichnet sind die Betriebspunkte BPS-1, ..., BPS-6 und BPK-6 und die Streckenachsen L_A, L_B und L_C, die diese Betriebspunkte BPS-1, ..., BPS-6 und BPK-6 miteinander verbinden.

[0060] Der dargestellte Teil des gezeigten Streckennetzes SN ist zudem anhand von Flächenabgrenzungen FAG in fünf Netzsegmente FA12, FA3, FA45, FA6 und FA7 aufgeteilt ist, die unabhängig voneinander erfindungsgemäss überwacht und/oder gesteuert werden können, wie dies anhand der Schraffuren symbolisch dargestellt ist.

[0061] Die Flächenabgrenzungen FAG bilden in dieser Ausgestaltung Polygone mit einer bestimmten Anzahl von Ecken, denen Segmentkoordinaten SK zugeordnet sind. Das Netzsegment FA6 weist eine Flächenabgrenzung FAG mit fünf Ecken auf, denen die Segmentkoordinaten SK1, ..., SK5 zugeordnet sind. Die Verbindungslinien zwischen den dadurch definierten Eckpunkten bilden eine in sich geschlossene Grenzlinie. Durch das Setzen und Verschieben von Eckpunkten kann die Flächenabgrenzung FA6 beliebig verändert werden. Vorzugsweise ist ein Programmodul vorgesehen, welches die Grenzlinien nach dem Setzen der Eckpunkte automatisch berechnet. Anstelle von Polygonen können auch weitere geometrische Objekte verwendet werden, deren Grenzlinien mathematisch berechnet werden können.

[0062] Damit keine Fehlzuordnungen von Netzeinhei-

ten NE zu einzelnen Flächenabgrenzungen FA erfolgen, wird vorgesehen, dass die Grenzlinien FAG stets senkrecht zu den Streckenachsen L_A, L_B und L_C verlaufen, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist.

[0063] In bestimmten Ausgestaltungen ist es auch möglich, dass Flächenabgrenzungen FA ineinander verlaufen. Beispielsweise kann in einem Betriebspunkt BPx eine Flächenabgrenzung FA_{X1}, die einen Bereich mit Hauptgleisen umfasst, eine Flächenabgrenzung FA_{Y2} durchlaufen, welche die Nebengeleise des Betriebspunkts BPx umfasst.

[0064] Durch die Flächenabgrenzung FAG eines Netzsegments FA wird die Menge aller Netzeinheiten NE bestimmt, die innerhalb dieses Netzsegments FA sowie innerhalb der Abbildung liegen, die von diesem Netzsegment FA erstellt wird. Dies gelingt, indem die Koordinaten der Netzeinheiten NE mit den Koordinaten der Flächenabgrenzung FAG verglichen werden.

[0065] Die in Fig. 2 gezeigten fünf Netzsegmente FA12, FA3, FA45, FA6 und FA7 sind voneinander getrennt und werden einzelnen ausgewählt und abgebildet, was durch entsprechende Schraffuren symbolisch gezeigt ist.

[0066] In Fig. 3 ist gezeigt, dass verschiedene Netzsegmente FA auch zu einer Segmentgruppe SG zusammengefasst werden können. Die Netzsegmente FA12, FA3, FA45, FA6 und FA7 von Fig. 2 sind in eine erste Segmentgruppe SG1 mit den Netzsegmenten FA12, FA3, und FA7 und eine zweite Segmentgruppe SG2 mit den Netzsegmenten FA45 und FA6 aufgeteilt, wie dies anhand gleichartiger Schraffuren illustriert ist. Der Anwender hat daher die Möglichkeit, den Bereich der Überwachung und Auswertung oder Ansteuerung der Netzeinheiten NE wahlweise einzuschränken oder auszudehnen.

[0067] Fig. 4 zeigt den Netzrechner NR von Fig. 1 mit dem Abbild des Netzsegments FA6. Ergänzend sind zwei intelligente Kommunikationseinheiten bzw. schienengebundene Balisen B6-1, B6-2 eingezeichnet, über die Daten drahtlos mit Schienenfahrzeugen und drahtgebunden mit einer Sicherungsanlage, gegebenenfalls einem Stellwerk, ausgetauscht werden können.

[0068] In Fig. 4 ist ferner gezeigt, dass die Flächenabgrenzung FAG des Netzsegments FA6 in einfacher Weise modifiziert werden kann, um eine weitere Netzeinheit NE, nämlich eine weitere Kommunikationseinheit B6-n, in das Netzsegment FA6 aufzunehmen. Dazu wird dem Polygon der Flächenabgrenzung FAG ein neuer Eckpunkt SKn hinzugefügt, welcher derart positioniert wird, dass die Kommunikationseinheit B6-n nun innerhalb der Flächenabgrenzung FAG liegt. Alternativ können auch die Eckpunkte SK2 und/oder SK3 verschoben werden. In der Folge wird das Polygon mit den sechs Eckpunkten SK1, ..., SKn neu berechnet.

[0069] Die Objektdaten der Netzeinheiten NE des Netzsegments FA6 wurden aus der Datenbank ausgelesen und auf dem Bildschirm dargestellt. Durch die Anwendung von Filtern können ausgewählte Klassen von Netzeinheiten NE dargestellt werden. Beispielsweise können die Elemente der Fahrstrassen, der Stellwerke, der Sicherungsanlagen, der Fahrleitungen, der Energieversorgung, des Kommunikationssystems, und der weiteren Infrastruktur selektiert und einzeln oder in Kombination dargestellt werden.

[0070] Ferner können die Zustände der Netzeinheiten NE beispielsweise farblich dargestellt werden. Beispielsweise können mit roter Farbe Netzeinheiten NE eingezeichnet werden, die Wartung benötigen. Zu allen Netzeinheiten NE können ferner die zugehörigen Informationen abgerufen werden, die technischer, administrativer oder finanzieller Natur sein können.

[0071] Fig. 5 zeigt das physikalische Netzsegment FA6 und dessen Abbild auf dem Netzrechner NR von Fig. 4. Es ist in dem nicht-beanspruchten Beispiel gezeigt, dass eine mobile Netzeinheit NEm bzw. Zugskomposition in das Netzsegment NE6 eingefahren ist. Die Objektkoordinaten x2, y2 der mobilen Netzeinheit NEm werden anhand des GPS-Systems, anhand der schienengebundenen Balisen B6-1, B6-2 oder anhand des Mobilfunksystems ermittelt und zur Datenbank DB des Netzrechners NR übertragen.

[0072] Die nicht-beanspruchte Vorrichtung kann von verschiedenen Anwendern genutzt werden, die Informationen zu unterschiedlichen Netzeinheiten NE benötigen. Ein erster Anwender kann festlegen, dass nur die mobilen Netzeinheiten NEm auf dem Bildschirm seines Terminals angezeigt werden, das mit dem Netzrechner NR verbunden ist. Auf diese Weise gelingt es, den Fuhrpark zu kontrollieren und effizient zu organisieren und zu warten.

[0073] Ein zweiter Anwender kann die Stellwerkanlagen und die Sicherheitsanlagen auswählen. Ein dritter Anwender kann die Elemente der Stromversorgung oder der Kommunikation auswählen. Ein vierter Anwender kann die Gebäudeanlagen auswählen. Ein fünfter Anwender kann Netzeinheiten NE der bestehenden Infrastruktur mit Netzeinheiten NE einer geplanten Infrastruktur vergleichen. Ein sechster Anwender kann sich Netzeinheiten NE anzeigen lassen, die der Wartung bedürfen. Ein siebter Anwender kann Netzeinheiten NE auswählen und damit verbundene Informationen verarbeiten, beispielsweise um ein Finanzbudget zu erstellen. Übergeordnete Anwender können einzelne Schichten kombinieren und Zusammenhänge ermitteln.

[0074] In Fig. 5 ist mit Pfeilen ferner dargestellt, dass der Netzrechner NR über Kommunikationseinheiten mit intelligenten Netzeinheiten NE kommunizieren kann, um die Zustandsdaten dieser Netzeinheiten NE zu aktualisieren, oder um Informationen über weitere Netzeinheiten NE zu erlangen. Der Netzrechner NE kann in einem nicht-beanspruchten Beispiel auch Informationen, beispielsweise Steuerinformationen, an die Netzeinheiten NE übertragen, um diese zu steuern oder zu konfigurieren. Beispielsweise können in zeitlichen Abschnitten, in denen der Verkehr ruht, Tests und Prüfungen durchgeführt werden. Durch Pfeile ist symbolisch dargestellt,

dass mit den Balisen B6-1, B6-2, der mobilen Netzeinheit NEm und den Stellwerken und Sicherungsanlagen des Betriebspunkts BPS-6 ein bidirektionaler Datenaustausch möglich ist, beispielsweise um weitere Zustandsdaten zu ermitteln. Vorzugsweise vorgesehen, dass der Anwender durch Mausklick auf eine abgebildete Netzeinheit NE mit dieser automatisch eine Verbindung erstellen kann, um Daten abzurufen oder Prüfungen durchzuführen oder deren Konfiguration zu ändern.

[0075] Mit einem schraffierten Pfeil ist symbolisiert, dass für eine stationäre Netzeinheit NEs ebenfalls weitere Daten ermittelt aber nicht direkt von dieser abgerufen werden können. Anhand der Daten externer Einflüsse, wie des Verkehrsaufkommens und der Witterungsverhältnisse über eine längere Zeitperiode kann der Zustand der Netzeinheit Nes berechnet und angezeigt werden. Für eine Weiche kann aus dem Stellwerk die Anzahl der Umschaltungen ermittelt und mit einem Schwellwert verglichen werden. Sobald der Schwellwert überschritten wird, wird dies auf dem Bildschirm signalisiert. Für alle Netzeinheiten NE, die von Wartungspersonal bedient werden, kann daher der aktuelle und durch Extrapolation auch der zukünftige Wartungsbedarf angezeigt werden, was die kurzfristige und langfristige Planung deutlich erleichtert.

[0076] Das erfindungsgemässe Verfahren erlaubt dem Betreiber des Eisenbahnnetzes daher die Überwachung des Eisenbahnnetzes und Teilen davon. Die Anwendung des Verfahrens ist skalierbar und kann auf beliebige Netzeinheiten NE erweitert oder beschränkt werden. Auch die Zugriffe zu den intelligenten Netzeinheiten NE, um Daten abzufragen, Konfigurationsänderungen vorzunehmen, beispielsweise Betriebsprogramme zu aktualisieren, können beliebig erweitert oder beschränkt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Eisenbahnnetzes und dessen stationäre Netzeinheiten (NEs), deren Objektdaten zusammen mit den zugehörigen geographischen Koordinaten, die sich auf ein Referenzsystem beziehen, erfasst und in einem Objektdatensatz gespeichert werden, wobei für die Erfassung der Objektdaten ein Netzrechner (NR) vorgesehen ist, der auf wenigstens eine Datenbank (DB) zugreift, in der die Objektdatensätze der stationären Netzeinheiten (NEs) abgelegt werden, wobei

   a) innerhalb des Referenzsystems in sich geschlossene Flächenabgrenzungen vorgesehen werden, durch die Netzsegmente (FA12, FA3, ...) definiert werden, die zugehörige stationäre Netzeinheiten (NEs) einschliessen;
   b) zur Überwachung der stationären Netzeinheiten (NEs) in einem der Netzsegmente (FA12; FA3, ...) zumindest ein Teil der gespeicherten Objektdatensätze geprüft und die stationären Netzeinheiten (NEs) ausgewählt werden, deren Objektkoordinaten innerhalb der Netzsegmente (FA12, FA3, ...) liegen; und
   c) Zustandsdaten der ausgewählten stationären Netzeinheiten (NEs) ermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Objektdatensatz nebst den zugehörigen Objektkoordinaten und der Objektidentität weitere Objektattribute, wie Funktionsdaten, Konfigurationsdaten, Systemzugehörigkeit, Entstehungsdaten, Wartungsdaten, Objektmethoden, Schnittstellendaten und/oder eine Kommunikationsadresse aufweist und/oder dass anhand der ermittelten Zustandsdaten die zugehörigen Netzsegmente (FA12, FA3, ...) vollständig oder aufgeteilt nach Klassen abgebildet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Eisenbahnnetz erstellte Gleisnetz mit dessen Gleissträngen und Weichenpunkten sowie das Streckennetz mit dessen Betriebspunkten und Streckenachsen zugehörige Koordinaten, die sich auf das Referenzsystem beziehen, ermittelt und gespeichert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flächenabgrenzungen unter Berücksichtigung

   a) der Topologie des Gleisnetzes und/oder des Streckennetzes;
   b) der Stellwerksgrenzen;
   c) der Gleisarten, differenziert in Gleisstränge mit Hauptgeleisen und Nebengeleisen;
   d) der Fahrstromabgrenzungen; und/oder
   e) vorliegender historischer und verwaltungstechnischer Abgrenzungen

   festgelegt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flächenabgrenzungen vorzugsweise als Polygone derart festgelegt werden, dass sie Streckenachsen (L_A, L_B und L_C) des Streckennetzes (SN) jeweils senkrecht durchlaufen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Ermittlung der Zustandsdaten auftretende Belastungen insbesondere durch den Verkehr und/oder durch Witterungseinflüsse mittels Zugriff auf Sensoren, Leitsysteme und Informationssysteme erfasst werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand der Zustandsdaten der physikalische Zustand der stationäre Netzein-

heiten (NEs) berechnet und abgebildet wird und dass zumindest für einen Teil der stationären Netzeinheiten (NEs) wenigstens ein Zustandsvektor bereit gestellt wird, welcher als Indikator für erforderliche Wartungseingriffe dient.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wahlweise zwei oder mehrere Netzsegmente (FA12, FA3, ...) zu einer Segmentgruppe (SG1) zusammengefasst werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Netzrechner (NR) die Zustandsdaten der stationären Netzeinheiten (NEs) erfasst und/oder unidirektional oder bidirektional mit den stationären Netzeinheiten (NEs) kommuniziert, gegebenenfalls um Daten abzurufen.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zustandsdaten von stationären Netzeinheiten (NEs) anhand von mobilen Netzeinheiten (NEm), wie Lokomotiven, erfasst werden, die über Kommunikationsschnittstellen einerseits mit den stationären Netzeinheiten (NEs) und andererseits mit dem Netzrechner (NR) kommunizieren.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 - 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand der registrierten Objektmethoden, Schnittstellendaten und Verbindungen Interaktionen zwischen einzelnen stationären Netzeinheiten (NEs) ausgelöst und Konfigurationsänderungen erfasst werden.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäss einem der Ansprüche 1 - 11 zur Überwachung eines Eisenbahnnetzes und dessen stationären Netzeinheiten (NEs), deren Objektdaten zusammen mit den zugehörigen geographischen Koordinaten, die sich auf ein Referenzsystem beziehen, erfasst und in einem Objektdatensatz gespeichert werden, wobei für die Erfassung der Objektdaten ein Netzrechner (NR) vorgesehen ist, der für den Zugriff auf wenigstens eine Datenbank (DB) vorgesehen ist, in der die Objektdatensätze der stationären Netzeinheiten (NEs) speicherbar sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Netzrechner (NR) und die stationären Netzeinheiten (NEs) mit Kommunikationsvorrichtungen versehen sind, die eine drahtgebundene oder drahtlose Kommunikation erlauben.

Claims

1. Method for monitoring a railway network and its stationary network units (NEs), whose object data together with the associated geographical coordinates which relate to a reference system, are acquired and stored in an object data record, wherein for acquiring the object data a network computer (NR) is provided, which accesses at least one database (DB), in which the object data records of the stationary network units (NEs) are stored, wherein

a) closed area boundaries are provided within the reference system by which network segments (FA12, FA3, ...) are defined which include associated stationary network units (NEs);
b) for monitoring the stationary network units (NEs) in one of the network segments (FA12; FA3, ...), at least some of the stored object data records are checked and the stationary network units (NEs) whose object coordinates lie within the network segments (FA12, FA3, ...) are selected; and
c) status data of the selected stationary network units (NEs) are determined.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** each object data record, in addition to the associated object coordinates and the object identity, has further object attributes, such as functional data, configuration data, system affiliation, origin data, maintenance data, object methods, interface data and/or a communication address, and/or that by means of the determined status data the associated network segments (FA12, FA3, ...) are mapped completely or divided into classes.

3. Method according to claim 1, **characterised in that** coordinates relating to the reference system are determined and stored for the associated track network established for the railway network with its track sections and switching points as well as for the associated transport network with its operating points and transport axes.

4. Method according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** the area boundaries are determined under consideration of

a) the topology of the track network and/or the transport network;
b) the boundaries of the interlocking system;
c) the types of tracks, differentiated into main and secondary tracks;
d) the traction current boundaries; and/or
e) existing historical and administrative boundaries.

5. Method according to claim 4, **characterised in that** the area boundaries are preferably defined as polygons in such a way, that the area boundaries always traverse the transport axes (L_A, L_B and L_C) of the

transport network (SN) perpendicularly.

6. Method according to claim 1, 2 or 3, **characterised in that** in order to determine the status data, loads occurring in particular by traffic and/or by weather influences are detected by means of access to sensors, control systems and information systems.

7. Method according to one of the claims 1 - 6, **characterised in that** by means of the status data the physical state of the stationary network units (NEs) is calculated and mapped and that for at least some of the stationary network units (NEs) at least one state vector is provided, which serves as an indicator for necessary maintenance interventions.

8. Method according to one of the claims 1 - 7, **characterised in that** optionally two or more network segments (FA12, FA3, ...) are combined to form a segment group (SG1).

9. Method according to one of the claims 1 - 8, **characterised in that** the network computer (NR) acquires the status data of the stationary network units (NEs) and/or communicates unidirectionally or bidirectionally with the stationary network units (NEs), if necessary in order to retrieve data.

10. Method according to one of the claims 1 - 9, **characterised in that** status data of stationary network units (NEs) are acquired by means of mobile network units (NEm), such as locomotives, which communicate via communication interfaces on the one hand with the stationary network units (NEs) and on the other hand with the network computer (NR).

11. Method according to one of the claims 1 - 12, **characterised in that** by means of the registered object methods, interface data and connection interactions between individual stationary network units (NEs) are triggered and configuration changes are gathered.

12. Device for carrying out the method in accordance with one of claims 1 - 11 for monitoring a railway network and its stationary network units (NEs), whose object data together with the associated geographical coordinates which relate to a reference system, are acquired and stored in an object data record, wherein for acquiring the object data a network computer (NR) is provided, which accesses at least one database (DB), in which the object data records of the stationary network units (NEs) are storable.

13. Device according to claim 12, **characterised in that** the network computer (NR) and the stationary network units (NEs) are provided with communication devices which permit wired or wireless communication.

Revendications

1. Procédé de surveillance d'un réseau ferroviaire et de ses unités de réseau fixes (NEs), dont les données d'objet ainsi que les coordonnées géographiques associées relatives à un système de référence sont saisies et mémorisées dans un ensemble de données d'objet, un ordinateur de réseau (NR) étant prévu pour acquérir les données d'objet, lequel ordinateur de réseau accède à au moins une base de données (DB) dans laquelle sont mémorisés les ensembles de données d'objet des unités de réseau fixes (NEs), cependant

   a) des limites de zones fermées sont fournies dans le système de référence par lesquelles sont définis les segments de réseau (FA12, FA3, ...) qui comprennent les unités de réseau fixes (NE) associées;
   b) pour la surveillance des unités de réseau fixes (NEs) dans l'un des segments de réseau (FA12; FA3, ...), au moins une partie des ensembles de données d'objet mémorisés est testée et les unités de réseau fixes (NE) dont les coordonnées d'objet se trouvent dans les segments de réseau (FA12, FA3, ...) sont sélectionnées; et
   c) données d'état des unités de réseau fixes (NEs) sélectionnées sont déterminées.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque ensemble de données d'objet présente, outre les coordonnées d'objet associées et l'identité d'objet, d'autres attributs d'objet, tels que des données fonctionnelles, des données de configuration, une affiliation système, des données d'origine, des données de maintenance, des procédés objet, des données d'interface et/ou une adresse de communication, et/ou les segments de réseau associés (FA12, FA3, etc.) sont entièrement mappés ou répartis en classes à partir des données d'état déterminées.

3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** des coordonnées relatives au système de référence sont déterminées et mémorisées pour le réseau de voies associé établi pour le réseau ferroviaire avec ses tronçons de voies et ses points de commutation ainsi que pour le réseau de transport associé avec ses points de fonctionnement et axes de transport.

4. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les limites de zone sont déterminées en tenant compte de

a) la topologie du réseau de voies et/ou du réseau de transport;
b) les limites des postes d'aiguillage;
c) les types de voies, différenciées en voies principales et secondaires;
d) les limites du courant de traction; et/ou
e) les limites historiques et administratives existantes.

5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** les limites de zone sont définies de préférence sous forme de polygones de telle sorte qu'elles traversent verticalement les axes de lignes (L_A, L_B et L_C) du réseau de transport (SN).

6. Procédé selon la revendication 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que,** pour déterminer les données d'état, on détecte, par accès à des capteurs, à des systèmes de commande et à des systèmes d'information, des charges survenant notamment au trafic et/ou à des influences météorologiques.

7. Procédé selon une des revendications 1 - 6, **caractérisé en ce que** l'état physique des unités de réseau fixes (NE) est calculé et cartographié à l'aide des données d'état et **en ce que** pour au moins certaines des unités de réseau fixes (NE), au moins un vecteur d'état est prévu qui sert d'indicateur pour les interventions de maintenance nécessaires.

8. Procédé selon une des revendications 1 - 7, **caractérisé en ce que** deux ou plusieurs segments de réseau (FA12, FA3, ...) sont éventuellement combinés pour former un groupe de segments (SG1).

9. Procédé selon une des revendications 1 - 8, **caractérisé en ce que** l'ordinateur de réseau (NR) acquiert les données d'état des unités de réseau fixes (NE) et/ou communique unidirectionnellement ou bidirectionnellement avec les unités de réseau fixes (NE), si nécessaire afin d'extraire des données.

10. Procédé selon une des revendications 1 - 9, **caractérisé en ce que** des données d'état d'unités de réseau fixes (NE) sont acquises sur la base d'unités de réseau mobiles (NEm), telles que des locomotives, qui communiquent par des interfaces de communication avec les unités de réseau fixes (NE) d'une part, et l'ordinateur réseau (NR) d'autre part.

11. Procédé selon une des revendications 1 - 12, **caractérisé en ce que** des données d'interface et des interactions de connexion entre des unités de réseau stationnaires individuelles (NE) sont déclenchées au moyen des méthodes objet enregistrées et des modifications de configuration sont collectées.

12. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon une des revendications 1 - 11 pour la surveillance d'un réseau ferroviaire et de ses unités de réseau fixes (NEs), dont les données d'objet ainsi que les coordonnées géographiques associées relatives à un système de référence sont saisies et mémorisées dans un ensemble de données d'objet, un ordinateur de réseau (NR) étant prévu pour acquérir les données d'objet et pour accéder à au moins une base de données (DB) dans laquelle sont enregistrables les ensembles de données d'objet des unités de réseau fixes (NEs).

13. Dispositif selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** l'ordinateur de réseau (NR) et les unités de réseau stationnaires (NE) sont munis de dispositifs de communication qui permettent une communication filaire ou sans fil.

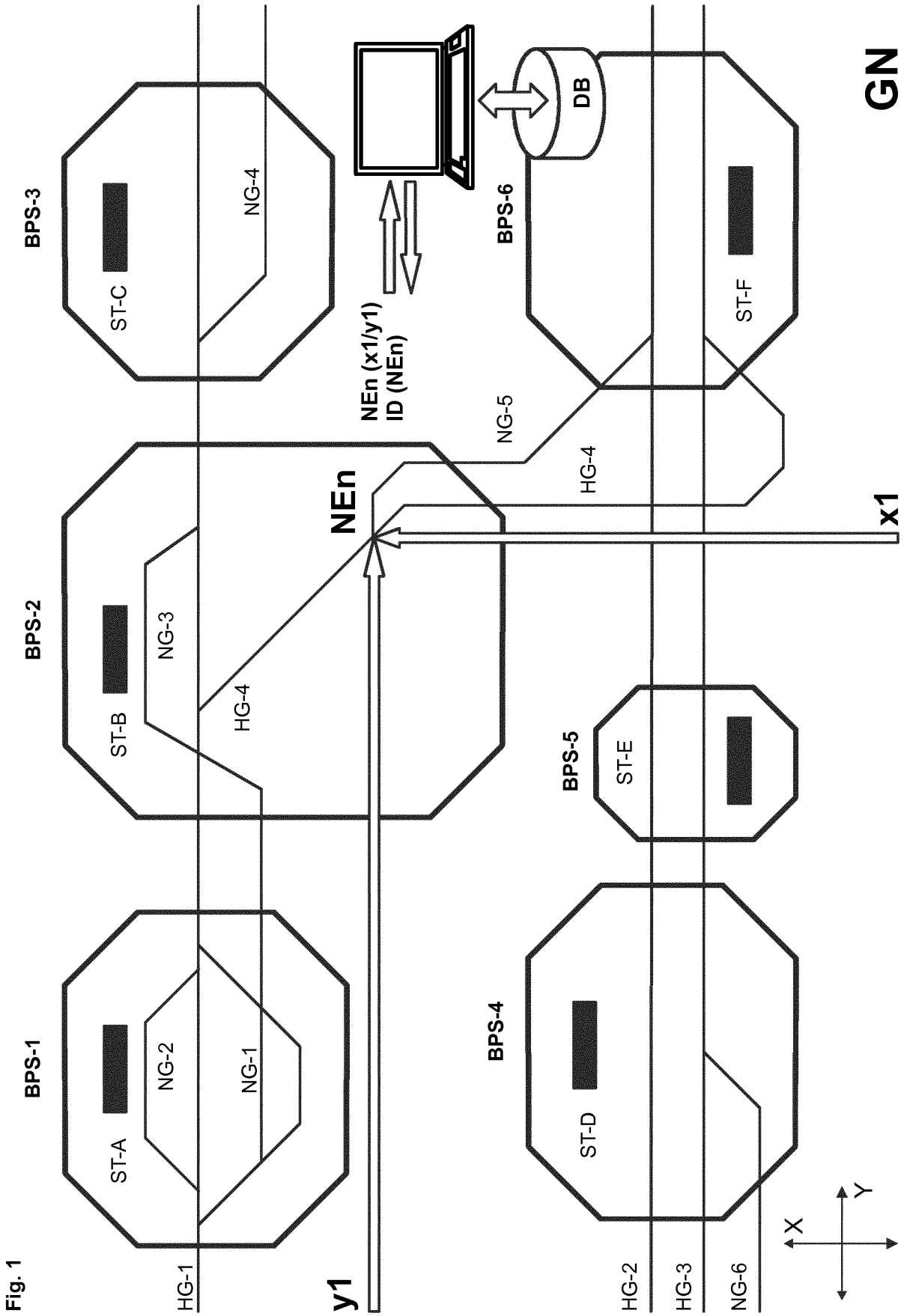

BPS-1
BPS-2
BPS-3
BPS-4
BPS-5
BPS-6
ST-A
ST-B
ST-C
ST-D
ST-E
ST-F
NG-1
NG-2
NG-3
NG-4
NG-5
HG-1
HG-2
HG-3
HG-4
NG-6
NEn
NEn (x1/y1)
ID (NEn)
DB
y1
x1
GN
X
Y

Fig. 1

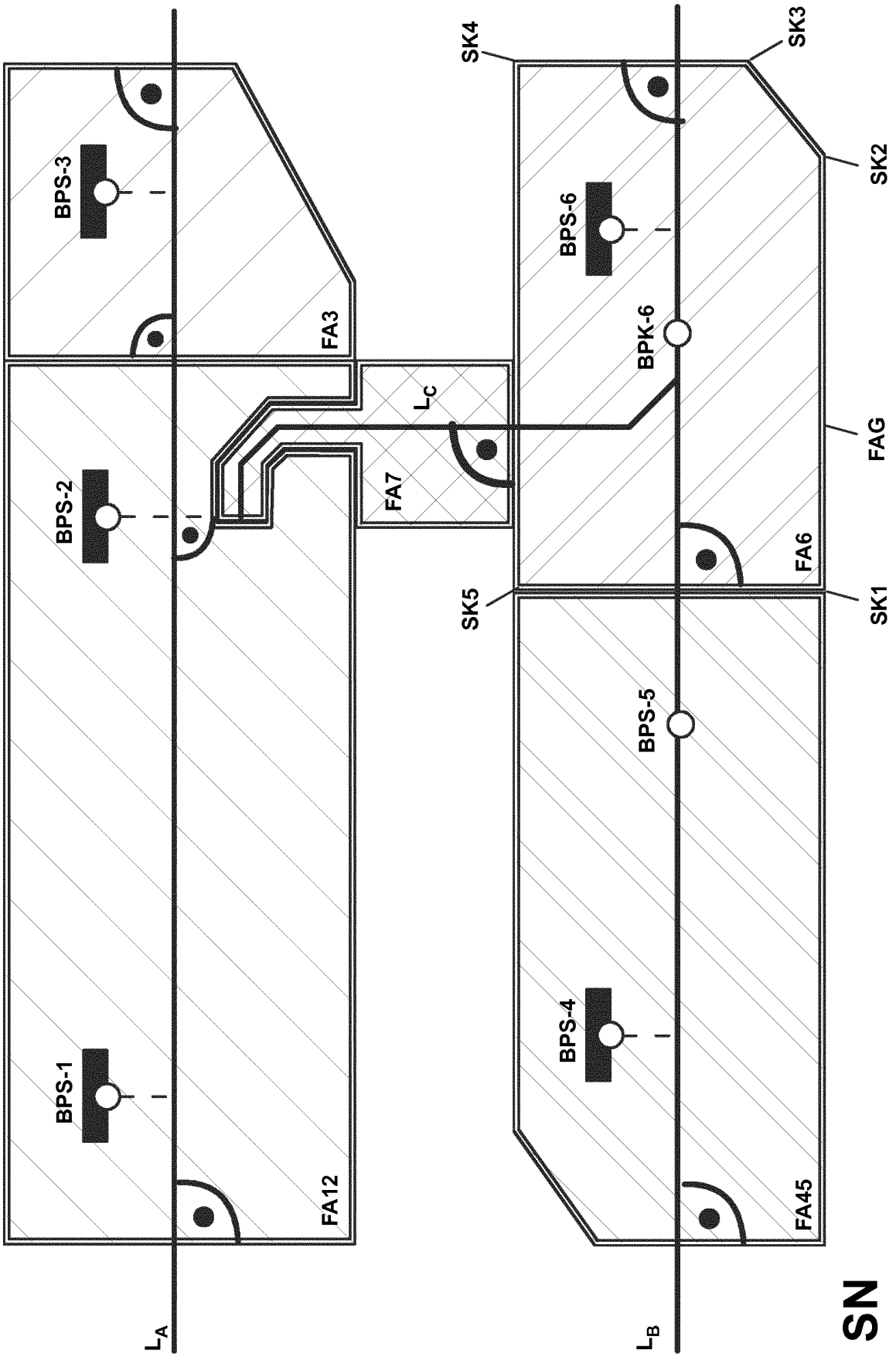

SK4
SK3
SK2
BPS-3
BPS-6
BPK-6
FA3
L_C
FAG
BPS-2
FA7
FA6
SK5
SK1
BPS-5
BPS-1
BPS-4
FA12
FA45
L_A
L_B
SN

Fig. 2

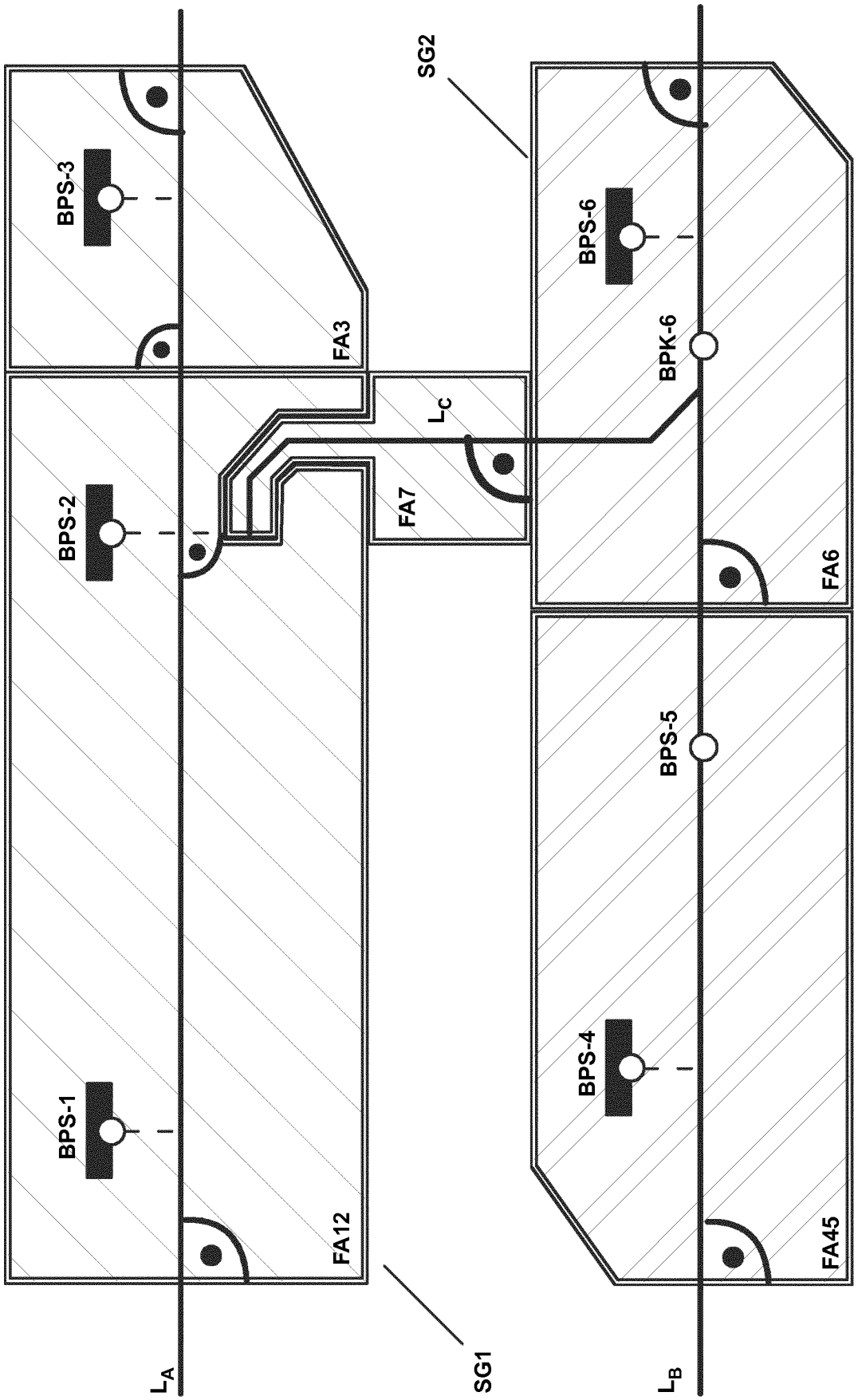

SG2
BPS-3
FA3
BPS-6
BPK-6
L_C
BPS-2
FA7
FA6
BPS-5
BPS-1
FA12
BPS-4
FA45
L_A
SG1
L_B
SN

Fig. 3

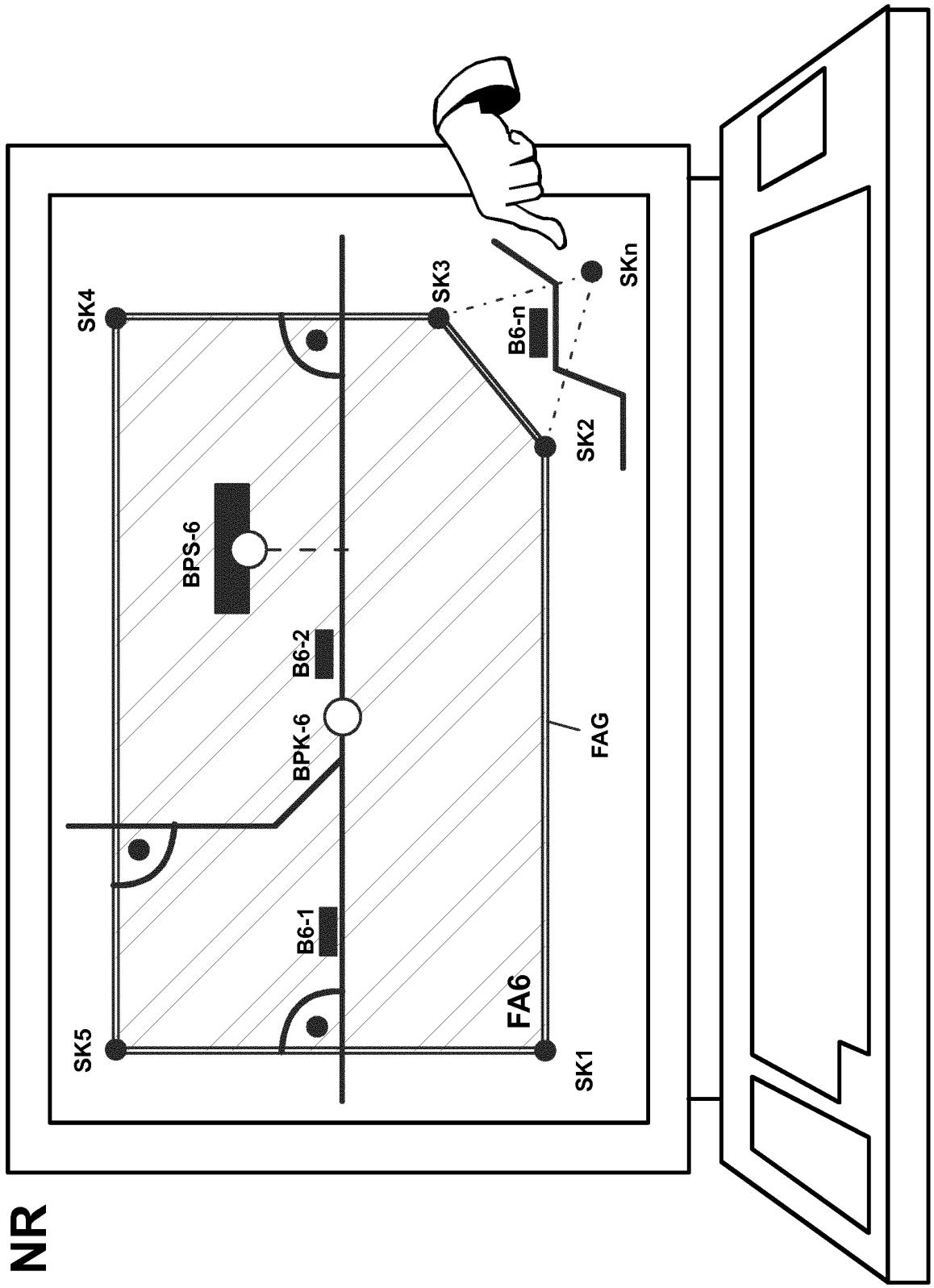
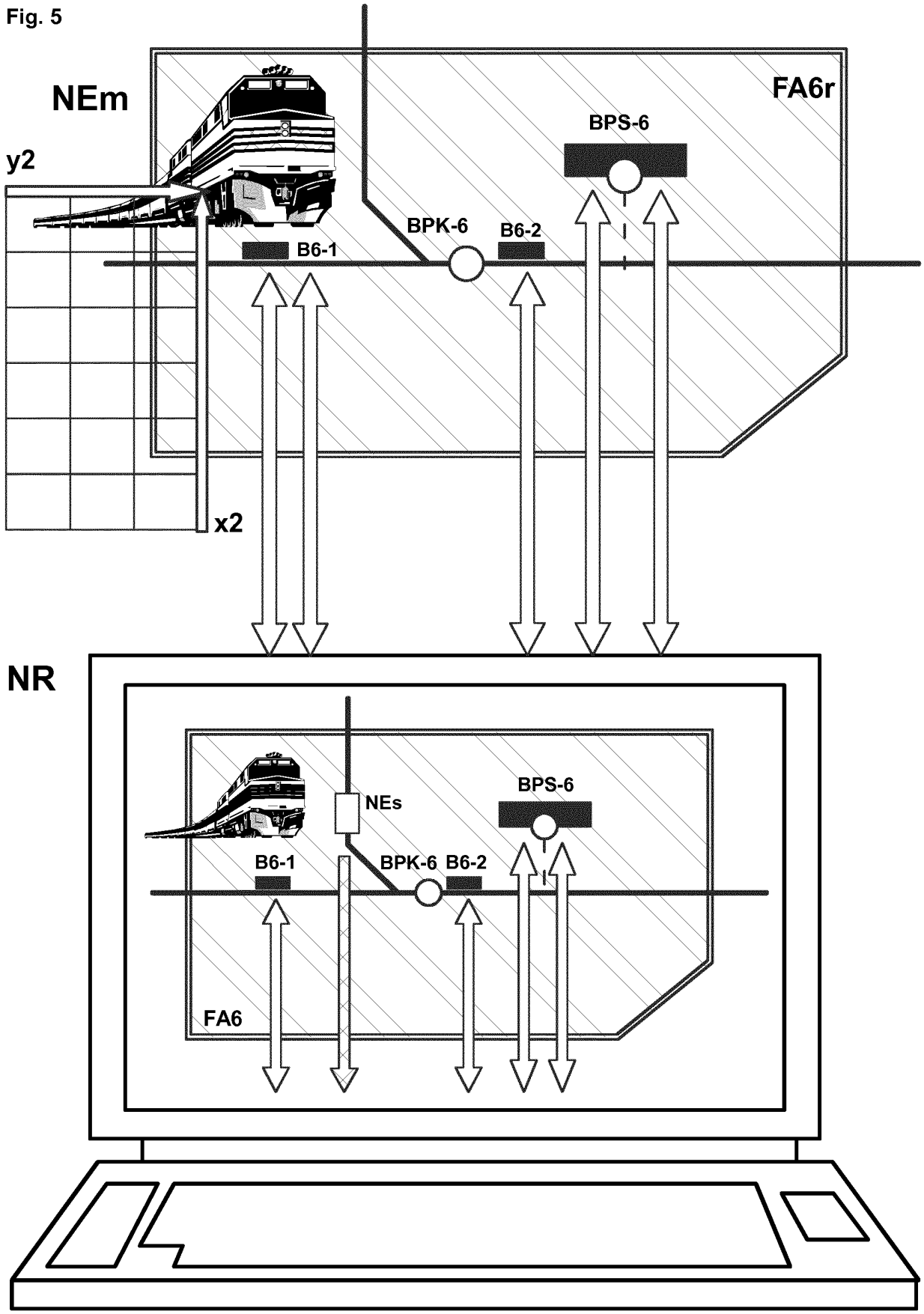


Fig. 4

Fig. 5



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2631152 A1 **[0002] [0049] [0054]**
- EP 0132548 A1 **[0007]**

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **R. HÄMMERLI.** Die Grundsätze der Sicherungsanlagen für den Eisenbahnbetrieb. *Schweizerische Bundesbahnen SBB,* Februar 1990, vol. 1 **[0002]**
- *SCHWEIZERISCHE BUNDESBAHNEN SBB,* November 1982, vol. 2 **[0002]**