(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5766148号
(P5766148)

(45)発行日　平成27年8月19日(2015.8.19)　(24)登録日　平成27年6月26日(2015.6.26)

(51)Int.Cl.　　F I
H04Q 9/00 (2006.01)　　H04Q 9/00 301C
G05B 23/02 (2006.01)　　G05B 23/02 V

請求項の数 2　(全 7 頁)

(21)出願番号　特願2012-99327(P2012-99327)
(22)出願日　平成24年4月25日(2012.4.25)
(65)公開番号　特開2013-229691(P2013-229691A)
(43)公開日　平成25年11月7日(2013.11.7)
審査請求日　平成26年6月20日(2014.6.20)

(73)特許権者　000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号
(74)代理人　100094916
弁理士　村上　啓吾
(74)代理人　100073759
弁理士　大岩　増雄
(74)代理人　100127672
弁理士　吉澤　憲治
(74)代理人　100088199
弁理士　竹中　岑生
(72)発明者　北村　信吾
東京都千代田区丸の内二丁目７番３号　三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】原子力発電プラント監視制御システム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
安全系に属する設備機器を制御する制御装置が接続された安全系ネットワークと、非安全系に属する設備機器を制御する制御装置が接続された非安全系ネットワークとを有し、両ネットワーク間にはゲートウェイ装置が介在されており、上記安全系ネットワークは有線通信で構築され、上記非安全系ネットワークは無線通信で構築されており、
上記安全系と上記非安全系の各々の上記制御装置から転送されてくるプロセスデータを収集して各々の上記設備機器の運転状態を監視するとともに、各々の上記制御装置に対して各設備運転用の操作情報を送信する複数の演算手段を有し、少なくとも一つの上記演算手段と上記ゲートウェイ装置とは上記非安全系ネットワークの無線状態の良否について相互監視を行うものであることを特徴とする原子力発電プラント監視制御システム。
【請求項２】
上記ゲートウェイ装置は、上記制御装置または上記演算手段との間の無線通信が不良である場合でも、上記制御装置または上記演算手段の相互間の有線の伝送路を介したデータ通信が確認できる場合には、一時的な無線状態不良であると判断する一方、上記制御装置または上記演算手段の内、特定の制御装置または特定の演算手段との間の無線通信が不良で、かつ上記制御装置または上記演算手段の相互間の有線の伝送路を介したデータ通信が確認できない場合には、上記特定の制御装置または上記特定の演算手段に障害が生じたものと判断して警報信号を出力するものである、ことを特徴とする請求項１に記載の原子力発電プラント監視制御システム。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、原子力発電プラント監視制御システムに関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば加圧水型原子炉を備えた原子力発電プラントの場合、原子炉格納容器内には、原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、一次冷却水循環ポンプなどの設備機器が配置され、また、原子炉格納容器の外部には、タービン、発電機、二次冷却水循環ポンプ、給水ポンプ、復水器などの設備機器がそれぞれ配置される。
【０００３】
そして、原子力発電プラント監視制御システムは、原子炉格納容器の内部の上記原子炉容器、蒸気発生器、加圧器、一次冷却水循環ポンプなどの各設備機器の運転状態を監視するために、各種センサなどの計測機器や、それらの各計測機器で得られたプロセスデータに基づいて上記各設備を運転制御して原子炉を安全停止させるための制御装置を備え、各制御装置が有線のネットワークで接続されている。また、原子炉格納容器の外部のタービン、発電機、二次冷却水循環ポンプ、給水ポンプ、復水器などの各設備機器の運転状態を監視するために、各種センサなどの計測機器や、それらの各計測機器で得られたプロセスデータに基づいて上記の各設備機器を運転制御するための制御装置を備え、各制御装置が有線のネットワークで接続されている。
【０００４】
なお、ここでは上記のように原子炉を安全運転および停止させる上で必要な原子炉容器内に設けられた各種設備、計測機器、制御装置、ネットワークなどの各設備機器を安全系と、また、安全系に属する以外の各種設備、計測機器、制御装置、ネットワークなどの各設備機器を非安全系と称する。
【０００５】
そして、安全系と非安全系のネットワーク間はゲートウェイ装置を介して互いに接続され、また非安全系の制御装置には、安全系の制御装置から転送されてくるプロセスデータを収集して各設備機器の運転状態をディスプレイに表示できるようにデータ加工したり、各制御装置に対して各設備機器運転用の操作情報を送信するための計算機が接続されている。
【０００６】
従来、このような原子力発電プラント監視制御システムにおいては、安全系の制御装置間を結ぶネットワーク、および非安全系の各制御装置を結ぶネットワーク、および安全系と非安全系間を中継するためのゲートウェイ装置は、全て有線のケーブルで互いに接続されている。このため、例えばネットワークの更新の際に、既設ケーブルの撤去や新設ケーブルの布設に多大なコストが掛かるという不具合がある。
【０００７】
ここで、従来、装置間でデータ伝送を行うための技術として、無線通信を用いたものがある。例えば、下記の特許文献１では、ノイズ環境下での無線通信の信頼性を向上させる技術について記載されている。また、特許文献２では、現場エリアに設けられた電気機器の情報を収集して各電気機器の状態を遠隔監視するため、現場エリアで得られた機器情報を管理エリアに設けられた受信手段に無線通信を用いてデータ伝送することが記載されている。また、下記の特許文献３、４では、複数の計測機器あるいは携帯機器と、これらの各機器で得られたデータを収集管理する制御装置との間のデータ伝送に無線通信を使用する技術が示されている。さらに、特許文献５では、プラント監視制御システムにおいて、被制御対象となる設備機器の稼働状態を監視するための各種の計測機器と、これらの各計測機器で得られたプロセスデータに基づいて設備機器を制御するための制御装置とを備え、各計測機器からのプロセスデータの収集や各制御装置による設備機器の制御指令の伝送に無線のネットワークを使用することが記載されている。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００８】
【特許文献１】特開平０２－７８８０７号公報
【特許文献２】特開２００３－６９７３１号公報
【特許文献３】特開２００４－１３４５０号公報
【特許文献４】特開２００４－３０４９６号公報
【特許文献５】特開２００７－３２３１７３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
しかしながら、上記の特許文献１～５の技術は、いずれも原子力発電プラント監視制御システムを対象とするものではなく、同システムにおいて安全系と非安全系とのネットワークを分離して人的および設備上の安全性を従来と同様に維持しつつ、無線ネットワークの適用を可能としてケーブル布設コストの削減を図るものではない。
【００１０】
この発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、原子力発電プラント監視制御システムにおいて、安全系と非安全系とのネットワークを分離して人的および設備上の安全性を従来と同様に維持しつつ、無線ネットワークの適用を可能としてケーブル布設のコスト削減を図ることを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１１】
この発明の原子力発電プラント監視制御システムは、安全系に属する設備機器を制御する制御装置が接続された安全系ネットワークと、非安全系に属する設備機器を制御する制御装置が接続された非安全系ネットワークとを有し、両ネットワーク間にはゲートウェイ装置が介在されており、上記安全系ネットワークは有線通信で構築され、上記非安全系ネットワークは無線通信で構築されており、上記安全系と上記非安全系の各々の上記制御装置から転送されてくるプロセスデータを収集して各々の上記設備機器の運転状態を監視するとともに、各々の上記制御装置に対して各設備運転用の操作情報を送信する複数の演算手段を有し、少なくとも一つの上記演算手段と上記ゲートウェイ装置とは上記非安全系ネットワークの無線状態の良否について相互監視を行うものであることを特徴としている。
【発明の効果】
【００１２】
この発明によれば、原子力発電プラント監視制御システムにおいて、安全系と非安全系とのネットワークを分離して人的および設備上の安全性を従来と同様に維持しつつ、非安全系には無線ネットワークを適用するため、ケーブル布設のコスト削減を図ることが可能となるだけでなく、ゲートウェイ装置と演算手段とは非安全系ネットワークの無線状態の良否について相互監視を行っているので、非安全系ネットワーク５の一時的な電波障害発生するたびに、頻繁に不要な警報が出されるのを回避しつつ、一定期間にわたって電波障害が発生したり、機器が故障した場合には確実に警報を発生して機器の修理交換などを実施することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１３】
【図１】この発明の実施の形態１による原子力発電プラント監視制御システムを示すブロック構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
実施の形態１.
図１はこの発明の実施の形態１による原子力発電プラント監視制御システムを示すブロック構成図である。

【００１５】
この実施の形態１の原子力発電プラント監視制御システムは、安全系に属する弁やポンプ等の制御機器（図示せず）を制御する安全系の制御装置１が接続された安全系ネットワーク２と、非安全系に属する弁やポンプ等の制御機器（図示せず）を制御する非安全系の制御装置４が接続された非安全系ネットワーク５とを有する。そして、この非安全系ネットワーク５には、上記の各制御装置１，４で得られるプロセスデータを処理したり制御装置１，４に対する操作情報を送信するための演算手段としての複数台のマイクロコンピュータなどからなる計算機７が接続されている。また、安全系と非安全系のネットワーク２，５間にはゲートウェイ装置８が介在されている。
【００１６】
この場合、安全系の各制御装置１が接続された安全系ネットワーク２はケーブルを用いた有線通信で構築されるとともに、安全系ネットワーク２とゲートウェイ装置８間もケーブルを用いた有線で接続されている。また、非安全系の制御装置４および計算機７が接続された非安全系ネットワーク５は無線通信で構築されるとともに、非安全系ネットワーク５とゲートウェイ装置８間も無線で接続されている。また、一部の非安全系の各制御装置４の相互間、および各計算機７の相互間は有線のローカルバス１０，１１で接続されている。
【００１７】
無線通信で構築される非安全系ネットワーク５は、無線信号を中継する２つの無線アクセスポイント１２，１３を備え、この例では、一方の無線アクセスポイント１２は、非安全系の制御装置４、他方の無線アクセスポイント１３、およびゲートウェイ装置８の相互間の無線信号を中継する。また、他方の無線アクセスポイント１３は、計算機７および一方の無線アクセスポイント１２の相互間の無線信号を中継する。
【００１８】
安全系の各制御装置１は、例えば原子炉格納容器の内部に設けられた安全系に属する各種の設備機器の運転状態を監視するためのセンサなどの計測機器で得られたプロセスデータを安全系ネットワーク２に送信するとともに、計算機７から送信された操作情報に基づいて弁やポンプなどの制御機器に対して操作信号を送信する。
【００１９】
非安全系の各制御装置４は、例えば原子炉格納容器の外部に設けられた非安全系に属する各種の設備機器の運転状態を監視するためのセンサなどの計測機器で得られたプロセスデータを非安全系ネットワーク５に送信するとともに、計算機７から送信された操作情報に基づいて弁やポンプなどの制御機器に対して操作信号を送信する。
【００２０】
各計算機７は、各ネットワーク２，５を経由して受信する安全系や非安全系の制御装置１，４からのプロセスデータを収集して、後述のヒューマンインタフェース装置１５に各設備機器の運転状態を表示できるようにデータ加工を施したり、後述のヒューマンインタフェース装置１５から入力される各制御装置１，４に対する各設備機器運転用の操作情報を非安全系ネットワーク５に送信する。
【００２１】
また、一つの計算機７には、図示しないがディスプレイ、キーボード、マウスなどを備えたヒューマンインタフェース装置１５が接続されており、このヒューマンインタフェース装置１５のディスプレイには、各制御装置１，４から転送されてくるプロセスデータに基づいて各設備機器の運転状態が表示され、また、キーボードやマウスにより各制御装置１，４に対して各設備機器運転用の操作情報が入力できるようになっている。
【００２２】
ゲートウェイ装置８は、アドレス変換やプロトコル変換等の変換機能を有し、安全系の各制御装置１で得られるプロセスデータを安全系ネットワーク２から非安全系ネットワーク５に中継し、また、ヒューマンインタフェース装置１５から入力された安全系の各制御装置１に対する各操作情報を非安全系ネットワーク５から安全系ネットワーク２に中継す

る。さらに、ゲートウェイ装置８は、正常な操作情報を中継する必要があるため、正常な操作情報とそれ以外の情報とを判別する仕組みを有する。

【００２３】

上記構成により、安全系と非安全系のネットワーク２，５を分離して人的および設備上の安全性を従来と同様に維持しつつ、非安全系ネットワーク５には無線ネットワークを適用するため、ケーブル布設のコスト削減を図ることができる。

【００２４】

ところで、非安全系ネットワーク５は無線通信で構築されているため、電波状態の悪化などで一時的に各装置４，７，８が非安全系ネットワーク５に接続できない状態が生じることが想定されるが、その都度、警報や故障情報を通知するとプラント運転の妨げとなる。このため、この実施の形態１では、上記のゲートウェイ装置８と各計算機７とが非安全系ネットワーク５の無線状態の良否について相互監視を行うように構成されている。

【００２５】

すなわち、ゲートウェイ装置８は、非安全系ネットワーク５を介した一つの制御装置４との間の無線通信が不良であった場合、他の制御装置４との無線通信が可能で、かつ制御装置４相互間の有線のローカルバス１０を介したデータ通信が確認できたときは、当該無線通信できなかった制御装置４に対しては、無線通信が一時的な不良であったと判断する。このため、ゲートウェイ装置８は警報信号を出力しない。

【００２６】

同様に、非安全系ネットワーク５を介した一つの計算機７との間の無線通信が不良であった場合、他の計算機７との無線通信が可能で、かつ計算機７相互間の有線のローカルバス１１を介したデータ通信が確認できたときは、当該無線通信できなかった計算機７に対しては、無線通信が一時的な不良であったと判断する。このため、ゲートウェイ装置８は警報信号を出力しない。

【００２７】

一方、ゲートウェイ装置８は、非安全系ネットワーク５を介した一つの特定の制御装置４との間の無線通信が一定期間にわたって不良である場合、他の制御装置４との無線通信が可能であるが、無線通信可能な制御装置４と無線通信できない制御装置４の相互間の有線のローカルバス１０を介したデータ通信が確認できなければ、当該無線通信できなかった特定の制御装置４が故障しているものと判断する。このため、ゲートウェイ装置８は、計算機７に対して警報信号を出力する。これにより、警報信号を受信した計算機７は、ヒューマンインタフェース装置１５のディスプレイに、無線通信できない制御装置４が故障している旨の警告を表示する。

【００２８】

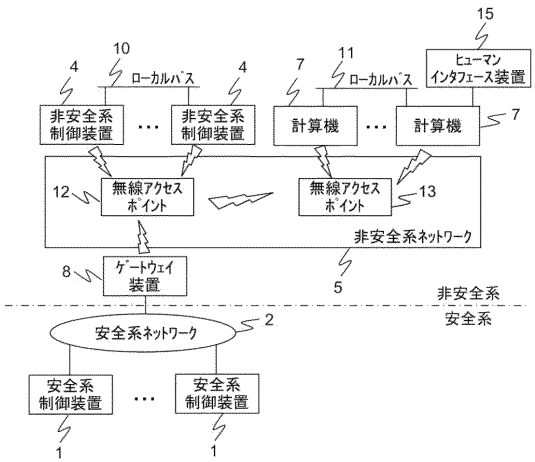
同様に、ゲートウェイ装置８は、非安全系ネットワーク５を介した一つの特定の計算機７との間の無線通信が一定期間にわたって不良である場合、他の計算機７との無線通信が可能であるが、無線通信可能な計算機７と無線通信できない計算機７の相互間の有線のローカルバス１１を介したデータ通信が確認できなければ、当該無線通信できなかった特定の計算機７が故障しているものと判断する。このため、ゲートウェイ装置８は、無線通信可能な計算機７に対して警報信号を出力する。これにより、警報信号を受信した計算機７は、ヒューマンインタフェース装置１５のディスプレイに、無線通信できない計算機７が故障している旨の警告を表示する。

【００２９】

一方、計算機７は、ゲートウェイ装置８を経由した安全系の一つの制御装置１からのプロセスデータが受信されない場合、この安全系の制御装置１が機器故障していると判断し、ヒューマンインタフェース装置１５のディスプレイに、安全系の当該制御装置１が故障している旨の警告を表示する。また、計算機７は、ゲートウェイ装置８を経由した全ての安全系の制御装置１からのプロセスデータが受信されない場合には、ゲートウェイ装置８自体の故障あるいは非安全系ネットワーク５の電波障害が生じているものと判断し、ヒューマンインタフェース装置１５のディスプレイに、その旨の警告を表示する。

【００３０】
　このように、ゲートウェイ装置８と計算機７とは相互監視を行っているので、非安全系ネットワーク５の一時的な電波障害発生するたびに、頻繁に不要な警報が出されるのを回避しつつ、一定期間にわたって電波障害が発生したり、機器が故障した場合には確実に警報を発生して機器の修理交換などを実施することができる。
【００３１】
　この発明は上記の実施の形態１の構成のみに限定されるものではなく、その発明範囲内において、各種の変形を適宜加えることが可能である。
【符号の説明】
【００３２】
　１　安全系の制御装置、２　安全系ネットワーク、４　非安全系の制御装置、５　非安全系ネットワーク、７　計算機（演算手段）、８　ゲートウェイ装置。

【図１】



フロントページの続き

審査官　松原　徳久

(56)参考文献　特開２０１１－０２１９７７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０２３８３２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１０／０３８７９４（WO，Ａ１）
特表２００５－５１５７００（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０５Ｂ２３／００－２３／０２
Ｇ０６Ｆ１３／００
Ｇ０８Ｃ１３／００－２５／０４
Ｈ０３Ｊ９／００－９／０６
Ｈ０４Ｍ３／００
３／１６－３／２０
３／３８－３／５８
７／００－７／１６
１１／００－１１／１０
Ｈ０４Ｑ９／００－９／１６