

Relaistest

(Entwurf)

Version 1.0

Autor: Josef Hübl

Erstellt am: 03.12.2003

Geändert am: 18.12.2003

Von: Josef Hübl (Triple-S GmbH)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. DIE PROBLEMSTELLUNG	3
2. LÖSUNGSANSÄTZE	4
2.1 DER GRUNDSÄTZLICHE ANSATZ	4
2.2 DAS AUFFINDEN VON VERBINDUNGSSTRECKEN	5
3. TESTSTRATEGIEN	6
3.1 DER SCHNELLTEST	6
3.2 DIE HEURISTISCHE DIAGNOSE	6
3.3 DAS MATHEMATISCHE OPTIMUM	7
4. AUFBAU DES MESSPLATZES	8
4.1 AUFBAU PRÜFPLATZ	8
4.2 AUFBAU DIAGNOSEPLATZ	9

1. Die Problemstellung

In der Messplatzverschaltungseinheit werden Schließer-Relais und X-Relais (crossbars) eingesetzt um gewünschte Verschaltungen des Messplatzes einstellen zu können. Vor dem Test eines Prüflings oder zumindest in regelmäßigen Abständen ist sicherzustellen, dass alle Relais noch funktionieren.

An die Verschaltungseinheit angeschlossen sind D/A-Einsteckkarten mit denen die äußeren Eingänge der Verschaltungseinheit softwaretechnisch angesteuert werden können, d.h. auf eine beliebige Auswahl von äußeren Eingängen kann ein ON-Signal gelegt werden. Analog dazu kann softwaretechnisch über A/D- Einsteckkarten ermittelt werden welche äußeren Ausgänge der Verschaltungseinheit mit einem ON-Signal beschaltet sind.

Nachfolgend wird eine Methode aufgezeigt, mit der man unter den obig beschriebenen Voraussetzungen ermitteln kann, welche Relais in ihrer Funktion ausgefallen sind bzw. welche noch funktionieren.

Relaistest

2. Lösungsansätze

2.1 Der grundsätzliche Ansatz

Um das Funktionieren eines Relais prüfen zu können muss es grundsätzlich möglich sein eine Verbindung zwischen einem äußeren Eingang und einem äußeren Ausgang herzustellen, die genau über das zu prüfende Relais läuft. D.h. wird das Relais eingeschaltet, so wird die Verbindung geschlossen; wird es ausgeschaltet, so wird sie unterbrochen. Gibt es eine solche Verbindung, so kann einerseits über die D/A-Karte der entsprechende Eingang mit einem ON-Signal belegt werden und andererseits über die A/D-Karte festgestellt werden, ob das Signal am äußeren Ausgang ankommt oder eben nicht.

Wird in einem Fall das Relais eingeschaltet und das Signal kommt durch und im anderen Fall das Relais ausgeschaltet und das Signal kommt nicht durch, so ist sichergestellt, dass das Relais funktionstauglich ist. Dabei ist zu beachten, dass aus dem Nicht-Ankommen eines Signals zunächst nicht geschlossen werden kann, welches Relais auf der Verbindungsstrecke defekt ist, da an dem Zustandekommen einer Verbindung im Regelfall mehrere Relais beteiligt sind.

Sind R_{i1} bis R_{in} die Relais auf einer Verbindungsstrecke von einem äußeren Eingang zu einem äußeren Ausgang, so entspricht der Durchgang eines ON-Signals der booleschen Gleichung $R_{i1} \text{ AND } R_{i2} \text{ AND } R_{i3} \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{in} = 1$ und das Nicht-Ankommen des Signals der Gleichung $R_{i1} \text{ AND } R_{i2} \text{ AND } R_{i3} \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{in} = 0$.

Aus der Gleichung $R_{i1} \text{ AND } R_{i2} \text{ AND } R_{i3} \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{in} = 1$ kann unmittelbar sofort geschlossen werden, dass $R_{i1} = 1, \dots, R_{in} = 1$ ist und somit alle Relais auf der Verbindungsstrecke auf ON gesetzt werden können. Ändert sich lediglich der Zustand des Relais R_{ij} , so folgt zusammen mit der Gleichung $R_{i1} \text{ AND } R_{i2} \text{ AND } R_{i3} \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{in} = 0$ $1 \text{ AND } 1 \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{ij} \text{ AND } 1 \dots \text{ AND } 1 = 0$ und somit $R_{ij} = 0$. Zusammen genommen bedeutet dies, dass das Relais R_{ij} genau die gewünschten Zustände annimmt.

Umgekehrt kann aus der Gleichung $R_{i1} \text{ AND } R_{i2} \text{ AND } R_{i3} \text{ AND } \dots \text{ AND } R_{in} = 0$ alleine noch nichts geschlossen werden. Aus Sicht der Mathematik ist das boolesche Gleichungssystem unbestimmt, d.h. es sind weitere Gleichungen notwendig, um das Gleichungssystem lösen bzw. den Zustand eines einzelnen Relais ermitteln zu können. Dies ist gleichbedeutend damit, dass noch weitere Verbindungsstrecken getestet werden müssen an denen ein bestimmtes Relais beteiligt ist.

In der Praxis kann es jedoch durchaus sein, dass es keine weiteren bzw. nicht genügend Verbindungsstrecken gibt und somit der Zustand und die Funktionsfähigkeit eines Relais nicht ermittelt werden kann. Ein einfaches Beispiel dafür sind zwei Relais die einen bestimmten äußeren Eingang mit einem bestimmten äußeren Ausgang verbinden und an

Relaistest

keinen anderen Verbindungsstrecken zwischen äußeren Ein-/Ausgängen beteiligt sind. Kommt das ON-Signal nicht durch, so ist es unmöglich zu entscheiden, welches von beiden Relais defekt ist. Erst durch direktes Messen an den Relais kann dies festgestellt werden. Dies ist aber gleichbedeutend damit das Relais in einen anderen Versuchsaufbau zu integrieren, in dem die notwendigen Verbindungsstrecken existieren.

Zusammenfassend gilt also, dass je nach interner Verdrahtung der Verschaltungseinheit durch das logische Verknüpfen der Messergebnisse auf verschiedenen Verbindungsstrecken meistens, aber nicht immer ermittelt werden kann, ob eine Relais funktionstüchtig ist oder nicht. Auffallend dabei ist auch, dass das entsprechende boolesche Gleichungssystem um so einfacher ist, je mehr Relais bereits als „funktionstüchtig“ klassifiziert werden konnten. Das heißt, dass der Test der Relais um so weniger aufwendig ist, je mehr Relais (noch) funktionieren. Da die Relais mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht alle gleichzeitig ausfallen werden, sorgt häufiges und regelmäßiges Testen der Relais dafür, dass die Tests nicht aufwendig werden.

2.2 Das Auffinden von Verbindungsstrecken

Wird die Verschaltungseinheit als H-Netz modelliert, in dem die Relais die elementaren Bausteine sind, so entspricht in dem H-Netz das nach Verflachen der Hierarchie vorliegende gerade jedes Subzentrum einem Relais. Während beim üblichen Messplatzverschaltungsproblem verbindende Pfade von den Eingängen zu den Ausgängen der Wurzel (Root) gesucht werden müssen für den Relais-Test verbindende Pfade von den Eingängen zu den Ausgängen des Subzentrums gefunden werden, das ein Relais repräsentiert. D.h. das Subzentrum des Relais übernimmt die Rolle der Wurzel (Root) und die Wurzel übernimmt die Rolle eines normalen Subzentrums.

Unter der gegebenen Voraussetzung, dass das H-Netz zykliefrei ist, führt jeder Pfad, der über das Relais repräsentierende Subzentrum läuft immer auch über die Wurzel und ist somit bis auf die Wurzel ein Pfad von einem äußeren Eingang zu einem äußeren Ausgang, der gerade über das Subzentrum des zu testenden Relais führt.

Entgegen dem normalen Verschaltungsproblem reicht es zumindest beim Fehlverhalten eines Relais nicht aus nur einen verbindenden Pfad, sondern möglichst viele verbindende Pfade zu finden, um genügend Gleichungen zur Lösung des booleschen Gleichungssystems zur Verfügung zu haben.

Des Weiteren ist es interessant zu einzelnen Subzentren (Relais) besonders kurze Verbindungsstrecken zu finden, da sie über möglichst wenig andere Subzentren (Relais) führen. Im Idealfall befindet sich kein weiteres Subzentrum auf der Verbindungsstrecke und ein Fehlverhalten ist dem zu testenden Relais eindeutig zuzuordnen.

Relais-Test

3. Teststrategien

3.1 Der Schnelltest

Im Normalfall kann davon ausgegangen werden, dass keines der Relais fehlerhaft ist, da dies auch beim vorhergehenden Test so war. Das heißt, es kann erwartet werden, dass für jede Verbindungsstrecke von einem äußeren Eingang zu einem äußeren Ausgang, sowohl das ON-Signal durchgeht als auch die Strecke von den einzelnen Relais korrekt unterbrochen wird.

Ein Schnelltest für alle Relais besteht also darin, ausgehend von einem möglichst kleinen Set von Verbindungsstrecken, das zu jedem Relais mindestens eine darüber laufende Verbindungsstrecke enthält, zum einen für jede Verbindungsstrecke alle Relais in den Zustand ON zu versetzen und die Durchgängigkeit der ON-Signale und zum anderen die Unterbrechung durch die einzelnen Relais im Zustand OFF zu prüfen.

Ein solches minimales Set von Verbindungsstrecken kann gefunden werden, wenn zu jedem Relais das Verschaltungsproblem gelöst wird.

Im Normalfall wird dieser Schnelltest immer positiv verlaufen und erst wenn er negativ verläuft, ist es von Interesse durch andere Teststrategien fehlerhafte Relais aufzufinden oder zumindest einzukreisen.

3.2 Die heuristische Diagnose

Der im vorherigen Abschnitt aufgezeigte Schnelltest wird so gut wie nie total negativ verlaufen, sondern nur für einzelne Verbindungsstrecken. Nur die auf diesen Verbindungsstrecken befindlichen Relais können fehlerhaft sein. Verläuft der Test beim Umschalten in den Zustand OFF negativ, so ist das Relais eindeutig als fehlerhaft identifiziert. Wird dagegen im ON-Zustand aller Relais das Signal nicht durchgeleitet, so müssen andere Verbindungsstrecken zur Analyse hinzugezogen werden. Insbesondere können alle Relais auf der Verbindungsstrecke als Fehlerquelle ausgeschlossen werden, die im Rahmen des Schnelltests auf anderen Verbindungsstrecken als funktionstüchtig identifiziert wurden.

Da im Regelfall nur ganz wenige Relais gleichzeitig ausfallen, kann erwartet werden, dass durch das Testen weitere Verbindungsstrecken immer mehr Relais als funktionstüchtig identifiziert werden und auch die wenigen fehlerhaften Relais schnell gefunden sind.

Relaistest

3.3 Das mathematische Optimum

Natürlich wäre es schön, wenn fehlerhafte Relais durch die Diagnosesoftware sofort identifiziert werden könnten. Im konkreten Fall, kann dies zum Einen wie bereits erwähnt an unüberwindlichen theoretischen Grenzen, zum anderen aber auch an der Anzahl der möglichen zu überprüfenden Kombinationen scheitern, denn im „worst-case“ müssen alle möglichen Pfade von einem äußeren Eingang zu einem äußeren Ausgang zur Prüfung herangezogen werden.

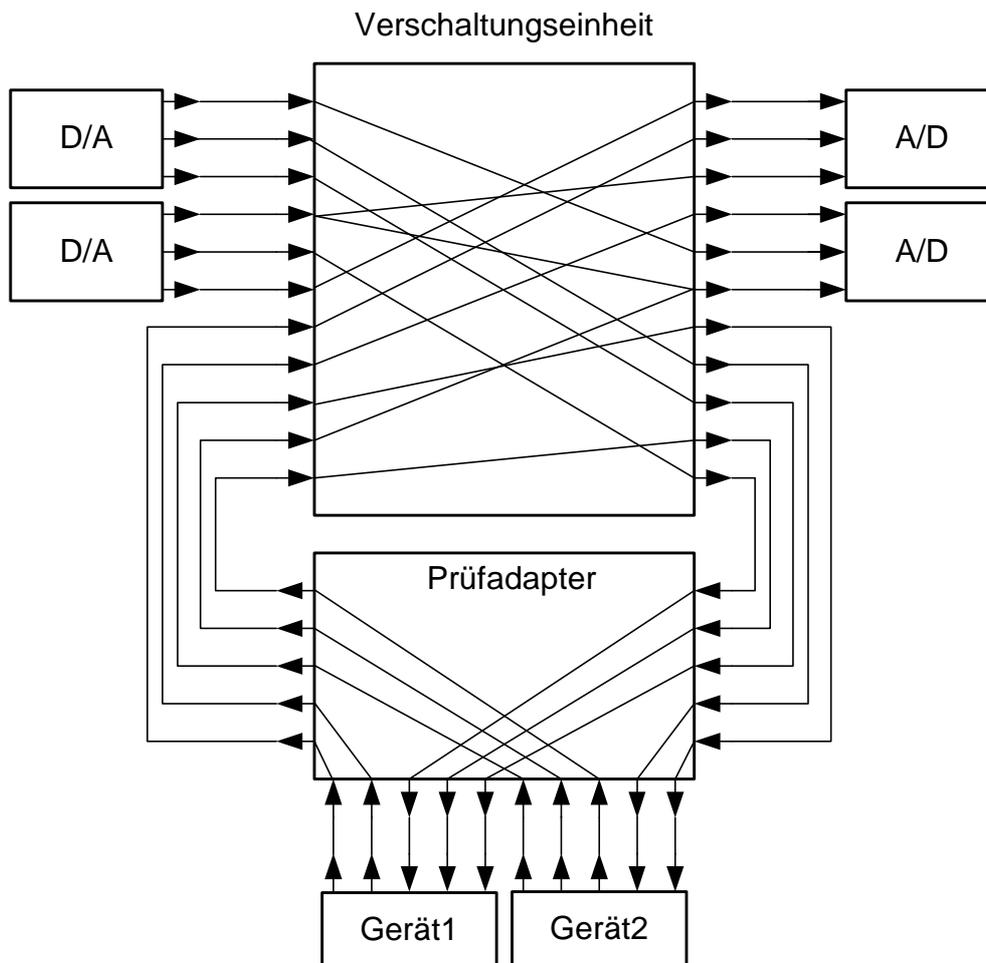
Die Anzahl der notwendigen Verbindungsstrecken zu minimieren ist naheliegend, aber für sich genommen ein weiteres Optimierungsproblem, das im Bereich der wenig erfreulichen NP-vollständigen Probleme einzuordnen ist. D.h. es ist zu erwarten, dass jeder Algorithmus, der eine Lösung zu dem Problem finden kann exponentiell anwachsenden Zeitbedarf erfordert und deshalb nicht innerhalb einer praktisch vertretbaren Wartezeit zu einem Ergebnis kommen wird.

Die genaue Klassifizierung dieses Optimierungsproblems müßte allerdings erst noch durchgeführt werden.

Nichtsdestotrotz liegt ein Suboptimum darin, ein Set von Verbindungsstrecken zu haben, so dass zum einen jedes Relais auf mindestens einer Verbindungsstrecke liegt und zum anderen je zwei Verbindungsstrecken möglichst wenig Relais gemeinsam haben, da dadurch möglichst kleine Gleichungssysteme definiert werden.

4. Aufbau des Messplatzes

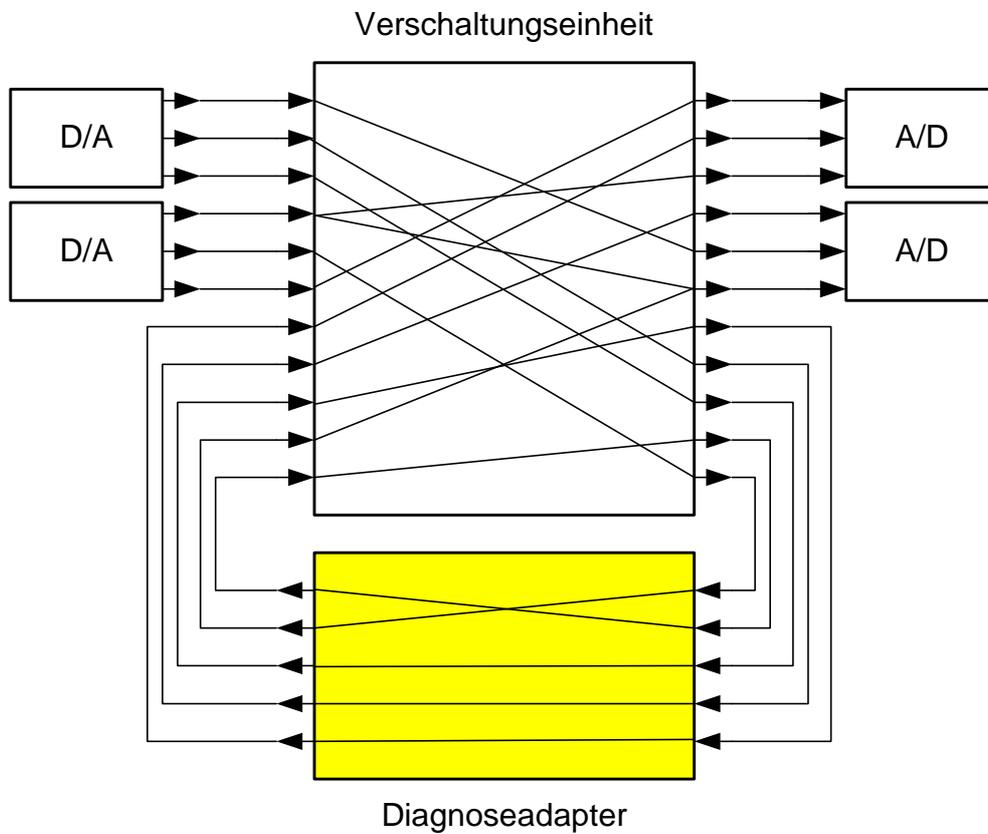
4.1 Aufbau Prüfplatz



Die D/A- und A/D-Wandelkarten sind als fester Bestandteil in den Mess- bzw. Prüfplatz integriert. Über einen speziellen Prüfadapter werden Steckverbindungen zu den zu testenden Geräten angeboten.

Der Prüfadapter beinhaltet keine Relais und wird somit mittels einer fixen Verkabelung realisiert.

4.2 Aufbau Diagnoseplatz



Im Falle der Diagnose wird der Prüfadapter durch einen speziellen Diagnoseadapter ersetzt der im wesentlichen eine Überbrückung der offenen Ausgänge mit den offenen Eingängen realisiert.

Der Diagnoseadapter beinhaltet keine Relais.