

Entwicklung einer Ablaufsteuerung zum automatischen Betreiben von Diesel-Elektro-Aggregaten

Dipl.-Ing. R. Schleevoigt
Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Jena

1. Problemstellung

Die fahrbare, vielstützige Beregnungsmaschine FR-P 300 ist zur Realisierung des Vorschubs in die neue Beregnungsposition mit Elektroantrieben (jeweils ein Asynchrontriebemotor mit einer Leistung von 0,25 kW) ausgestattet. Aufgrund der nicht vorhandenen Feldverkabelung muß die notwendige Elektroenergie mit Hilfe eines Diesel-Elektro-Aggregates (DEA) bereitgestellt werden. Da während der Beregnung keine Elektroenergie benötigt wird, muß das DEA aus ökonomischen und ökologischen Gründen abgeschaltet werden (Vorschubzeit bei üblichem Hydrantenabstand rd. 15 min, Beregnungszeit je nach geforderter Gabenhöhe 60 bis 240 min). Die Betriebsspannung für die Mikroelektronik, die die Gesamtsteuerung realisiert, wird in der Beregnungszeit aus Bleibatterien gepuffert. Zum Betreiben der zwölf Fahrwerke der FR-P 300 ist ein DEA mit einer Leistung von 10 kVA ausreichend. Soll nun der gesamte technologische Ablauf beaufsichtigungsfrei gestaltet werden, ist es notwendig, das Ein- und Ausschalten des DEA zu automatisieren. In der Leistungsklasse bis 20 kVA (Tafel 1) ist nur ein vollautomatisches DEA verfügbar. Das Vollautomatische Diesel-Elektro-Aggregat VDEA 15-2 (Hersteller: Robur-Werk Zittau, Betriebsteil Rothnaußlitz) ist mit einer Automatisierungseinrichtung ausgestattet, die absichert, daß nach Ausfall des öffentlichen Elektroenergienetzes eine Ersatzspannung ($3 \times 400 \text{ V}$, 15 kVA) zur Verfügung steht. Zur Gewährleistung der erforderlichen hohen Funktionssicherheit ist das Aggregat mit zahlreichen Überwachungseinrichtungen (Sensoren für Kühlmitteltemperatur, Öldruck, DK-Vorrat) ausgestattet [1]. Soll ein DEA zum Betreiben einer Beregnungsmaschine eingesetzt werden, sind Fragen wie die Verfügbarkeit der Elektroenergie nach 5 bis 10 s und eine sehr hohe Funktionssicherheit, wie sie im medizinischen und militärischen Bereich erforderlich sind, von geringerer Bedeutung. Es ist also durchaus ökonomisch sinnvoll, ein vorhandenes einfaches DEA mit einer Automatisierungseinrichtung zu versehen. Nachfolgend soll eine solche Automatisierungseinrichtung beschrieben werden.

2. Forderungen an eine Steuerung

Um ein DEA automatisch zu betreiben, sind die Schalthandlungen, die der Bediener normalerweise manuell vollzieht, durch eine Ablaufsteuerung zu substituieren.

Dazu gehört eine sensorische und eine aktorische Seite:

Aktorik

- Schalten der Glüheinrichtung
- Schalten des Anlassers
- Betätigung des Reglergestänges, das die Einspritzpumpe reguliert
- Schalten des Netzschützes

Sensorik

- Überprüfung des DK-Vorrats
- Überprüfung von Kühlwassermenge und -temperatur

- Öldruck
- Einhaltung von gewissen, vorgegebenen Zeitregimes, wie Vorglühzeit und maximale Anlaßzeit
- Kontrolle der Motordrehzahl, um bei Überschreitung eines Vorgabewertes den Anlasser abzuschalten.

Während des normalen Generatorbetriebs muß die Reglerstange auf Vollgasanschlag stehen. Um das Aggregat abzuschalten, muß sie für mindestens 10 s die Kraftstoffzufuhr unterbrechen. Automatisch wird dabei die nötige „Startüberfüllung“ realisiert. In der Anlaufphase sollte der Dieselmotor im „Standgas“ warmlaufen. Ebenso fordert der Hersteller, daß der Dieselmotor nach dem Abschalten für 60 s auf „Halblast“ weiterläuft [2].

3. Vorstellung des Funktionsmusters

Ausgehend von den im Abschn. 1 genannten Gründen wurde eine „abgerüstete“ Ablaufsteuerung realisiert, die, trotz Vereinfachung auf Kosten von Aktorik und Sensorik, den automatischen Betrieb des DEA ermöglicht.

3.1. Mechanischer Teil

Das DEA 6-7520, ausgestattet mit einem Dieselmotor 2 VD 8/8-2SVL, hat zum manuellen Verstellen der Reglerstange eine Rastplatte mit Betätigungshebel. Dieser wirkt mit Hilfe eines Drehgelenks auf die Reglerstange. Der gesamte Hub beträgt 16 mm bei maximal 32 N. Damit das DEA automatisch gestartet und gestoppt werden kann, ist es mindestens nötig, daß die Reglerstange zwischen „Vollgas“ und „Nullgas“ umschalten kann. Konstruktiv ist dies so gelöst, daß eine entsprechend bemessene Zugfeder (im Arbeitspunkt rd. 50 N) die Reglerstange auf „Vollgas“ zieht. Zur Realisierung einer Gegenkraft, die die Reglerstange auf „Nullgas“ bewegt, wird ein Gleichstrommagnet (GM 2,5/1,6/A/5 %/12 V, Hersteller: Elektrobaulemente Schleusingen [3]) eingesetzt. Dieser Magnet hat einen Hub von 16 mm bei einer Kraft von 122 N. Über ein Hebelgestänge (Bild 1) wird eine entsprechende Anpassung vorgenommen.

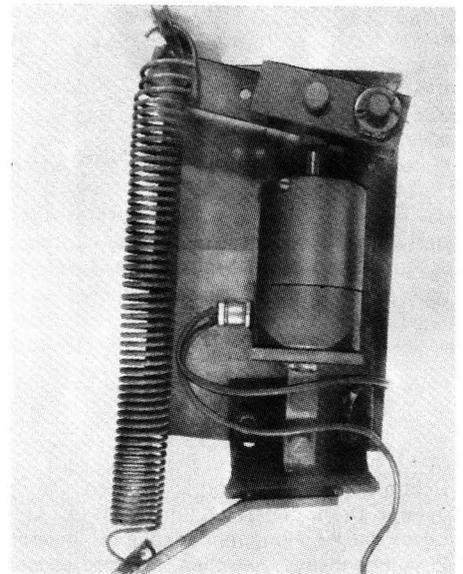
3.2. Elektrisch-elektronischer Teil

Da der Elektromagnet und die Vorglüheinrichtung einen Strombedarf von über 10 A aufweisen, wurden im vorhandenen Schaltkasten zwei Kraftfahrzeugrelais installiert, die die notwendige Stromverstärkung realisieren. Deren Erregung und die Anlasserschaltspannung, die Netzschützerregung, die Klemme D⁺ (Lichtmaschinenspannung U_L) sowie Masse und Batteriespannung sind an eine Buchse gelegt, um dort die elektronische Ablaufsteuerung (Bild 2) anschließen zu können.

3.3. Zeitverhalten der Steuerung (Bilder 3 und 4)

Beim Zuschalten der Betriebsspannung (bzw. Zustecken des Moduls) wird ein Grundzustand eingenommen, in dem alle Ausgänge stromlos sind. Der Anlasser, die Vorglüheinrichtung, das Netzschütz und der Zugmagnet sind inaktiv, das heißt, das Reglergestänge befindet sich bei stehendem Motor in der Stellung „Vollgas“. Bei Anlegen eines kurzen Low-Impulses an den Eingang „Start“

Bild 1. Zugmagnet mit Hebelgestänge



Tafel 1. Auswahl verfügbarer Diesel-Elektro-Aggregate mit einer Leistung < 25 kVA

Typ	Leistung	Motor	Generator	Ausführung	Hersteller
6-7420	4 kVA	1 VD 8/8-2SL	DGK 4-2	stationär	Finsterwalder Maschinen- Aggregate- und Generato- renwerk (FIMAG)
6-7427	4 kVA	1 VD 8/8-2SL	DGK 3,5-2	stationär	
6-7527	5,6 kVA	2 VD 8/8-2SVL	EGKIO 6-2/R	stationär	
6-7520	10 kVA	2 VD 8/8-2SVL	DGKIO 10-2/R	stationär	Motorenwerke Cunewalde (MWC)
6-3521	15 kVA	4 VD 8/8/8,5 3SRF	S160/M4	stationär	
6-6372	20 kVA	4 VD 12,5/9 SRL	S160/L4	fahrbar	FIMAG
6-6720	20 kVA	4 VD 8/8-2SVL	DKIO 20-2	stationär	MWC
automatisierte Aggregate					
ADS 20	20 kVA			stationär	Elektroprojekt und Anlagenbau Berlin
VDEA 15-2	15 kVA	4VD 8,8/8,5-2SRF		stationär	Robur-Werk Zittau

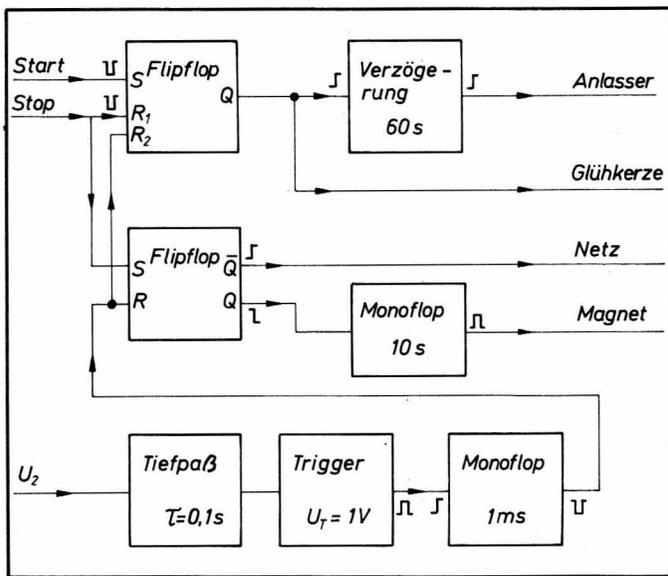
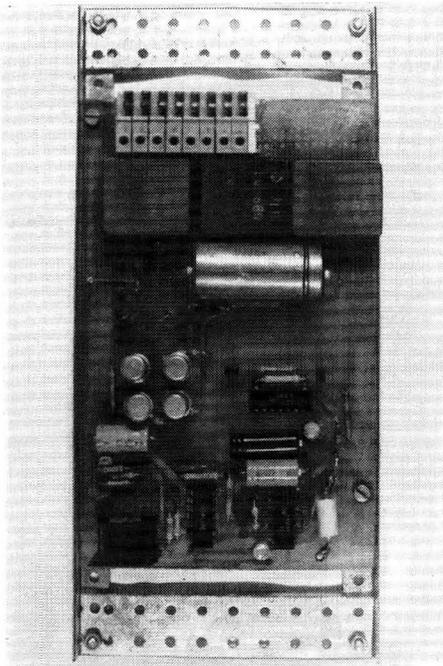


Bild 2. Elektronikmodul



beginnt der Startvorgang, und die Vorglüheinrichtung wird eingeschaltet. Nach 60 s wird zusätzlich der Anlasser aktiviert, der Motor beginnt sich zu drehen. Jetzt wird die Lichtmaschinenspannung kontrolliert. Da im unteren Drehzahlbereich (unterhalb des Einsatzes der Regelung) ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen Motordrehzahl und Spannung an der Klemme D⁺ der Licht-

▲ Bild 3. Blockschaltbild der Aggregatsteuerung; Q Ausgang, \bar{Q} negierter Ausgang, R, R₁, R₂ Ausgang Q = 0; \bar{Q} = 1, S Ausgang Q = 1; \bar{Q} = 0, U_T Triggerspannung, τ Zeitkonstante

maschine besteht, ist es möglich, durch Spannungsmessung den Erregungszustand des Generators einzuschätzen.

Überschreitet die Lichtmaschinenspannung einen vorgegebenen Wert (rd. 1V, entspricht 30 % der Nennzahl), wird der Anlasser sofort abgeschaltet und Vorglüheinrichtung inaktiviert. Nach weiteren 7 s schaltet das Netzschütz zu. Bei Anlegen eines kurzen Low-Impulses an den Eingang „Stop“ – dies könnte auch während des Startvorganges geschehen – beginnt das Abstellen des DEA. Dabei wird für 10 s der Zugmagnet mit der Batteriespannung beaufschlagt. Er zieht die Reglerstange voll zurück, und der Dieselmotor läuft aus. Das Netzschütz wird abgeschaltet. Spätestens nach 6 bis 7 s steht der Motor, und die Reglerstange bewegt sich wieder in die Stellung „Vollgas“.

4. Einsatzerfahrungen, Ausblick

Für den Umbau des DEA 6-7520 sind folgende Schritte nötig:

- Ersatz der Rastplatte durch Elektromagnet mit Gestänge
- Anschluß des Elektronikmoduls
- Anschluß von zwei Tastern an das Elektronikmodul.

Während der praktischen Erprobung im November/Dezember 1989 gab es keine Startschwierigkeiten. Das Aggregat ließ sich pro-

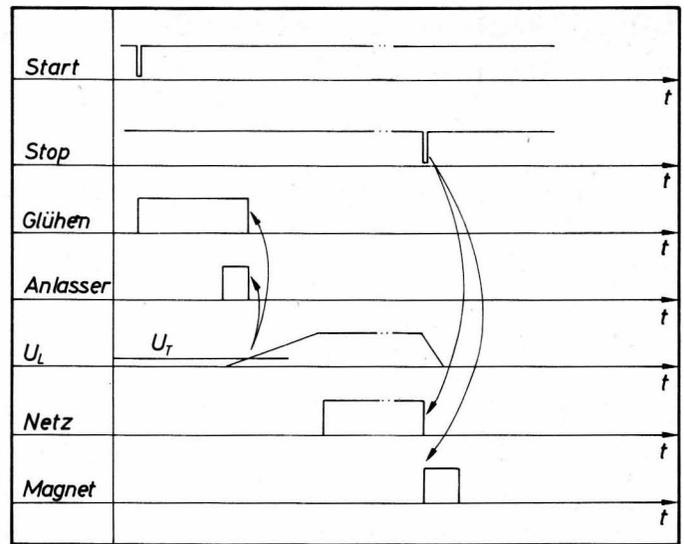


Bild 4. Ablaufdiagramm der Aggregatsteuerung; U_L Lichtmaschinenspannung, U_T Triggerspannung

blemlos starten und abstellen. Für Anwendungsfälle, bei denen keine hohen Anforderungen an zeitliche Verfügbarkeit gestellt werden, ist solch eine anwendungsarme Lösung akzeptabel. In der Weiterentwicklung ist eine kontinuierliche Verstellung des Reglergestänges zu realisieren, um einem erhöhten Verschleiß des Dieselmotors vorzubeugen.

5. Zusammenfassung

Vollautomatisierte Diesel-Elektro-Aggregate (Notstromaggregate) sind sehr kostenintensiv. Für die Anwendung in der Landwirtschaft sind „abgerüstete“ Varianten akzeptabel. Der vorliegende Beitrag beschreibt eine einfache Nachrüstschialtung für ein 10-kVA-Diesel-Elektro-Aggregat. Praktische Erprobungsergebnisse werden dargestellt.

Literatur

- [1] Dokumentation Dieselelektroaggregat VDEA 15-2. Robur-Werk Zittau, Firmenschrift 1986.
- [2] Service-, Bedienungs- und Wartungsanleitung – Diesel-Elektro-Aggregate 10 und 20 kVA, stationär – Typ 6-7520, 6-7527 und 6-7620. Finsterwalder Maschinen-, Aggregate- und Generatorwerk, Ausgabe 1/1980.
- [3] Gleichstrommagnete der GM-Reihe. Elektrobauelemente Schleusingen, Firmenschrift 1984. A 6000

Folgende Fachzeitschriften der Elektrotechnik erscheinen im Verlag Technik:

Elektrie; Elektropraktiker; messen–steuern–regeln; Nachrichtentechnik-Elektronik; radio–fernsehen–elektronik; Mikroprozessortechnik