

**Auto & Motor  
TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

# Gebruik van de digitale geheugenoscilloscoop

# Injectorsignaal

# onder de loep

In de voorgaande afleveringen van onze mini-cursus 'Praktische Electronicadiagnose' zijn we stap voor stap vertrouwd geraakt met de digitale oscilloscoop. Tijd om de opgedane kennis in praktijk te brengen. We gaan meten aan de brandstofinjector van een ottomotor.

In vrijwel alle gevallen ligt de injector via het contactslot aan de plus (+). De motormanagementcomputer activeert de injector door de min-aansluiting van de injector aan massa te leggen. In figuur 1 wordt dit weergegeven, waarbij we moeten opmerken dat de eindtrap in de motormanagementcomputer voorgesteld wordt door een transistor. In werkelijkheid zal

deze schakeling gecompliceerder zijn, maar voor het begrip en de meetpraktijk volstaat deze vereenvoudiging. We sluiten de oscilloscoop aan tussen de min-zijde van de injector en de voertuigmassa (zie figuur 1).

Wanneer we het te verwachten oscilloscopsignaal eerst beredeneren, dan zal bij ingeschakeld contact en gesloten injectornaald de spoel

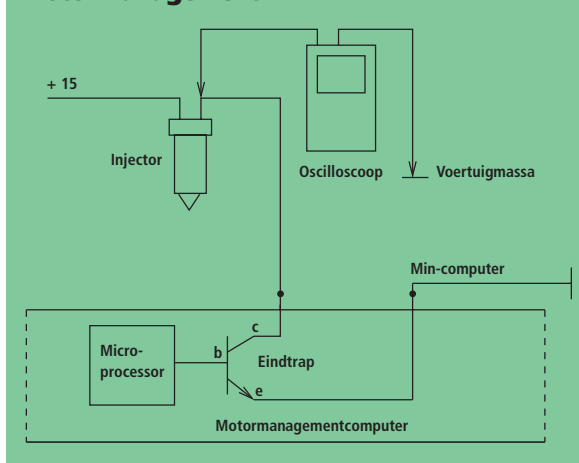
niet bekrachtigd zijn. Er is dan geen verbinding met de voertuigmassa. De oscilloscoop wijst dan (gemakshalve) 12 V aan. Op het moment dat er brandstof moet worden ingespoten zal de processor de eindtransistor aansturen waardoor de injectorspoel wordt bekrachtigd. De naald wordt opgetrokken, waarna het inspuiten van de brandstof begint. Doordat de transistor de injector aan de voertuigmassa legt, daalt de spanning op het meetpunt tot 0 V. De inspuiting stopt wanneer de transistor spert. Bij het uitschakelen van een stroom door een spoel zal er een inductiespanning optreden. Deze (ongewenste) spanning kan vrij hoog oplopen. Figuur 2 laat het signaalbeeld van dit proces zien, waarbij de laagtijd de inspuittijd is en de spanningpiek

veroorzaakt wordt door de sluitingsinductie.

## Beeld verschuiven

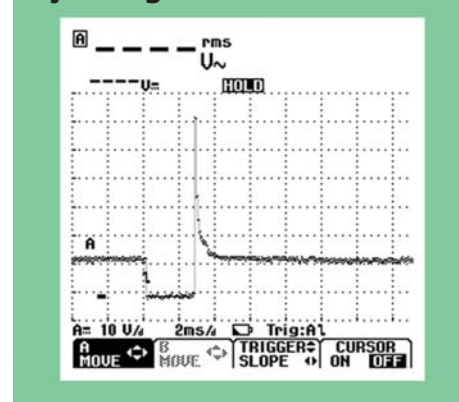
We kunnen uit het signaal aflezen dat de inspuittijd iets minder dan 3 ms bedraagt (stationair draaiende motor) en dat de inductiespanning 60 V is. Wanneer we het triggersignaal bekijken, zien we dat de triggering plaatsvindt op de neergaande flank bij een spanning van ongeveer 5 V. Het haakje geeft dit weer. Zouden we het triggersignaal instellen op de opgaande flank dan hebben we kans dat het inspuitgedeelte van het signaal buiten het beeld valt. Oorspronkelijk lag bij de analoge oscilloscoop het triggerpunt altijd aan het begin van het scherm. Dit was immers de spanning waarop de oscilloscoop opnieuw begon te schrijven. Bij een digitale oscilloscoop is dat anders. We kunnen het signaal op elke geheugenplaats laten beginnen en vervolgens de geheugeninhoud naar het scherm wegschrijven. Bij de Fluke 123

## Elektrische aansluiting injector op motormanagement



1. Meestal ligt de injector via het contactslot aan de plus (+). De motormanagementcomputer activeert de injector door de min-aansluiting van de injector aan massa te leggen.

## Injectorsignaal in beeld



2. Het injectorsignaal gemeten met de oscilloscoop. De 'laagtijd' geeft de inspuittijd weer en de spanningpiek wordt veroorzaakt door de sluitingsinductie.



Voor een soepele loop van de motor is het belangrijk dat alle injectoren correct openen en sluiten. Met de digitale oscilloscoop is dat eenvoudig vast te stellen door de signaalbeelden van alle injectoren met elkaar te vergelijken.

is het geheugen twee keer zo groot als het scherm kan weergeven. Met de horizontale 'MOVE' functie (F1) kunnen we het gehele gebied zichtbaar maken door het geheugen als het ware onder het scherm door te trekken. We kunnen dat als figuur 3 voorstellen. We zien dat het triggerpunt in het midden van het geheugen ligt. Bij verschuiving door middel van de 'MOVE' functie, verschuift ook het triggerpunt op het scherm. We kunnen zo het aantal divisies vóór en na het triggerpunt instellen.

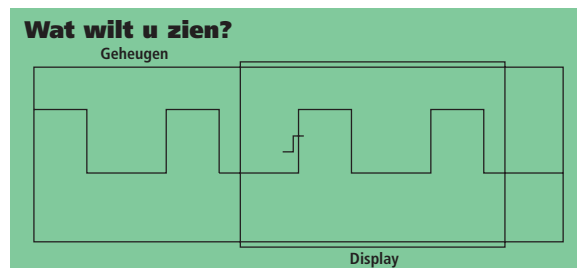
### Detailweergave

In het injectorsignaal van figuur 2 zit echter meer informatie dan we op het eerste gezicht zien. Deze informatie is niet zichtbaar omdat het signaalbeeld hiervoor te klein is. Het vergroten van het signaal met de <math>mV/V</math> en de <math>s</math> Time > knop biedt uitkomst. Nadeel is wel dat we het zicht op het complete injectorsignaal kwijt raken. Als oefening gaan we de omcirkelde signaaldelen a, b en c van figuur 4 in detail weergeven.

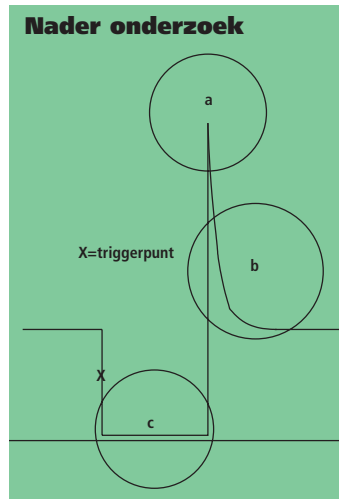
De inductiespanning die optreedt tijdens het sluiten van de naald zouden we het liefst willen voorkomen. Met behulp van een (vrijloop)diode kunnen we deze betrekkelijk eenvoudig kwijt raken. Het nadeel van deze oplossing is dat de stroom door de injector nog even doorloopt, waardoor de naald vertraagd sluit. De hoeveelheid ingespoten brandstof is dan niet meer duidelijk gedefinieerd. Het beperken van de inductiespanning met een zenerdiode (zie figuur 5) is een mogelijk compromis.

Hoe dan ook, het is interessant om de piek eens te bestuderen. We doen dit door het gebied 'a' vergroot weer te geven. De tijddivisie en de spanningsdivisie moeten dan worden ingesteld. Ook wordt het signaal duidelijker wanneer we op de opgaande flank triggeren. In figuur 6 is dat gebeurd. Omdat de top wordt afgevlakt lijkt het dat we hier te maken hebben met een zener-

constructie. We moeten echter voorzichtig zijn met onze conclusie wanneer het kortdurende signalen betreft. De digitale oscilloscoop bemonstert immers het signaal. Hij meet de spanning en schrijft de gemeten spanning weg naar



3. Het geheugen is groter dan het scherm kan weergeven. Met de 'Move' functie kunnen we het beeld verschuiven. Het triggerpunt ligt bij de Fluke 123 standaard twee divisies rechts van het begin van het scherm.



4. Bij het stellen van diagnose zijn de omcirkelde gebieden belangrijk. Die bevatten informatie die alleen vergroot zichtbaar wordt.

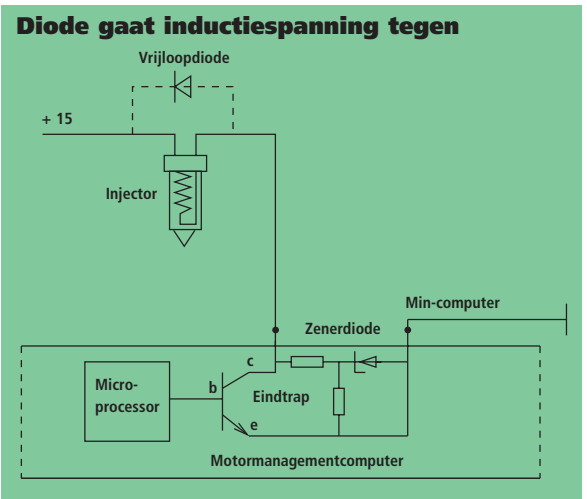
het geheugen, meet weer de spanning en schrijft het weer weg etc. Dit betekent dat er tussen twee metingen (heel even) niet gemeten wordt. De software van de oscilloscoop verbindt tijdens de weergave (in de meeste gevallen) de opgenomen punten met elkaar zodat een lijn ontstaat. Figuur 7 geeft dit weer.

In figuur 7 valt op dat de weergegeven inductiepiek lager is dan de werkelijke piek en dat het weergegeven signaal enigszins afwijkt. Er zijn digitale oscilloscopen die men zo in kan stellen dat alleen de gemeten punten zichtbaar worden. Er is dan een keuze tussen 'dot' en 'dot join'. Schakelen we 'verbindt de punten' uit dan krijgen we een signaalbeeld zoals in figuur 8 te zien is. De opgaande piek is zo steil dat maar drie punten konden worden geregistreerd. De horizontale lijn is wel duidelijk zichtbaar, zodat we er van uit mogen gaan dat de elektronica hiervoor verantwoordelijk is en niet de oscilloscoop, zodat afvlakking een feit is.

### Openen en sluiten

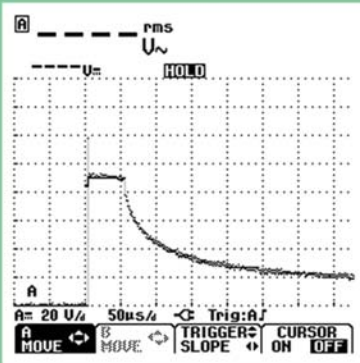
Nu we gezien hebben dat de top van de inductiespanning wordt afgevlakt, concentreren we ons op gebied b. De beweging van de injectornaald verandert het magnetische circuit van de injector en heeft dan invloed op de grootte van de inductiespanning. Het openen en sluiten van de naald zou dus op het oscilloscoopbeeld zichtbaar moeten zijn. Het beste is dit te zien in het sluitingsgebied, dus in het gebied b. Hiervoor vergroten we de tijdbasis zodat een beeld als figuur 9 zichtbaar wordt.

Wanneer we nu de signaalbeelden van de injectoren met elkaar vergelijken, weten we of de injectoren al dan niet correct openen. Wat valt



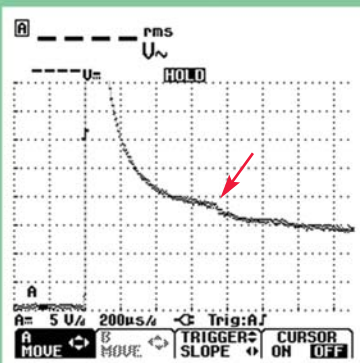
5. Schakeling van een vrijloopdiode zoals toegepast wordt bij veel spoelen om de inductiespanning te elimineren en de toepassing van een zenerdiode om de inductiespanning te beperken.

## Beter zicht op inductiepiek



6. Hier hebben we de inductiepiek uitvergroot. Omdat de top wordt afgevlakt lijkt het dat we hier te maken hebben met een zenerconstructie

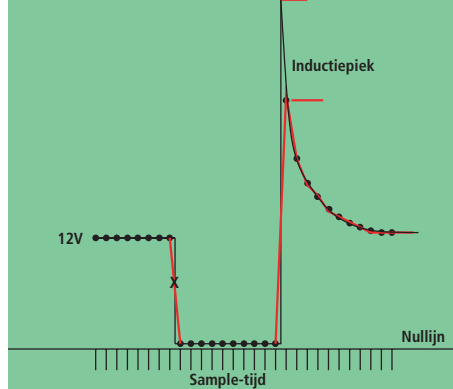
## Beweging injectornaald



9. Door de tijdbasis te vergroten krijgen we een beter beeld van het sluitingsgebied. In de uitvergroting van de neergaande inductieflank zien we de beweging van de injectornaald.

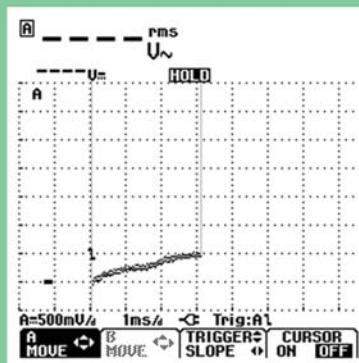
er nu te zien in het omcirkelde gebied c? Hoewel de lijn een spanning zou moeten weergeven die gelijk is aan de voertuigmassa blijkt dit bij het uitvergroten niet (helemaal) het geval te zijn. Dit wordt veroorzaakt omdat (ook wanneer de transistor in geleiding is) er altijd enige weerstand is tussen de computeraansluiting van de injector en de voertuigmassa. Als er sprake is van weerstand, dan zal de injectorstroom een spanningsverlies veroorzaken die afhangt van de grootte van die weerstand en de injectorstroom. Op het moment dat er stroom door de injectorspoel gaat vloeien zal door de optredende sluitingsinductie de stroom vertraagd worden opgebouwd. Het opbouwen van de stroom en dus het magnetisch veld is duidelijk te zien wanneer we het gebied c vergroot weergeven. En als we goed kijken zien we ook

## Pas op voor misleiding



7. Voorbeeld van het werkelijke signaal en het signaal dat de oscilloscoop weergeeft als de meetpunten met elkaar worden verbonden. Er kan dan belangrijke informatie verloren gaan.

## Opbouw injectorstroom



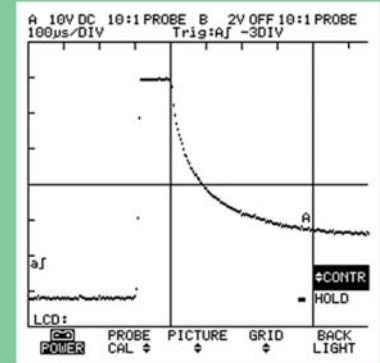
10. In deze uitvergroting is de opbouw van de injectorstroom duidelijk te zien. Als we goed kijken zien we ook hier weer de beweging van de naald.

hier weer de beweging van de naald (figuur 10). Nu is het spanningsverlies niet al te veel. Bij de ingestelde 500mV/Div schaal bedraagt dit maximaal 500 mV of 0,5 V. Iets anders wordt het wanneer de computer een slechte massaverbinding heeft. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn bij vervuilde contacten of een slechte verbinding. In figuur 11 zien we dit terug. Bij deze Mono-Motronic had de computer een massaprobleem. Het spanningsverlies is hierbij ongeveer 5 V maximaal. De opname met de oscilloscoop vond plaats terwijl de batterij nog aan de sneller stond. Dit is ook duidelijk te zien aan de golvende spanningslijn.

## Logisch denken

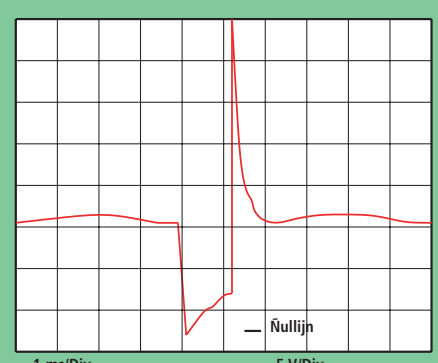
Na het lezen van het voorafgaande zal het duidelijk zijn dat we kennis van het meetinstru-

## Meetpunten niet verbonden



8. Opname van de inductiepiek van het injector signaal met 'dot join' (verbindt de punten) uitgeschakeld. De opgaande piek is zo steil dat maar drie punten konden worden geregistreerd.

## Slechte massa



11. Hier een opname met de VAS5051 tester. Uit het oscilloscoopbeeld is een slechte massa-aansluiting van de motormanagement-computer af te lezen.

ment moeten combineren met kennis van de auto. Details van oscilloscoopbeelden worden in de meeste gevallen niet door de fabrikant gegeven. In veel situaties zullen we door onze metingen tot een eigen conclusie of veronderstelling moeten komen. Maar dat maakt het misschien wel extra interessant. In de volgende aflevering gaan we ons concentreren op metingen aan de lambdasensor, gecombineerd met de meting van het inspuitsignaal. We dienen in dat geval beide kanalen van de oscilloscoop te gebruiken om de relatie tussen de signalen te bestuderen.

## Ep Gernaat

Timloto-werkgroep  
www.timloto.org