

EEN HYBRIDE ONDERHOUDSSTRATEGIE VOOR KAPITAALINTENSIEVE PRODUCTIESYSTEMEN

SYNCHRONISEREN VAN CONDITION-BASED MAINTENANCE ACTIES MET REACTIEVE EN PERIODIEKE ONDERHOUDSPROCESSEN

Veel fabrikanten van kapitaalintensieve productiesystemen monitoren de conditie van kritische componenten via sensoren ingebed in de systemen. Als preventief onderhoud wordt ingepland op basis van conditie-informatie, dan spreken we van Condition-Based Maintenance (CBM). Helaas is een dergelijke proactieve onderhoudsstrategie niet voor alle kritische componenten zinvol. Voor elektronische componenten geldt doorgaans een reactieve strategie, waar onderhoud pas wordt uitgevoerd op het moment dat er iets mis gaat. Daarnaast zijn deze systemen in de praktijk vaak onderworpen aan een periodiek onderhoudsschema. Bas Timmermans ontwikkelde een beslissingsmodel voor het afstemmen van CBM acties met reactief en periodiek onderhoud aan een productiesysteem. Aan de hand van een case study bij ASML is aangetoond dat synchronisatie van een “hybride” onderhoudsstrategie kan leiden tot een aanzienlijke reductie van de gemiddelde machinestilstand evenals de totale onderhoudskosten.

PROACTIEVE ONDERHOUDSSTRATEGIE IN DE PRAKTIJK

Een 100% proactieve onderhoudsstrategie voorkomt onverwachte machinestilstand door componenten te vervangen vlak voordat ze falen. Helaas is dit in de praktijk een onrealistisch streven, daar we te maken hebben complexe machines die uit tienduizenden onderdelen bestaan. Die kunnen niet allemaal proactief onderhouden worden met behulp van CBM. Hiervoor zijn diverse redenen aan te wijzen:

- De actuele toestand van een component kan niet worden herleid uit de gemonitorde systeemparameters.
- De component vertoont een willekeurig faalgedrag (bijvoorbeeld elektronica).
- De actuele toestand kan niet accuraat genoeg worden vastgesteld, waardoor CBM niet effectief is.

In het geval van ASML bestaat de onderhoudsstrategie uit de volgende typen:

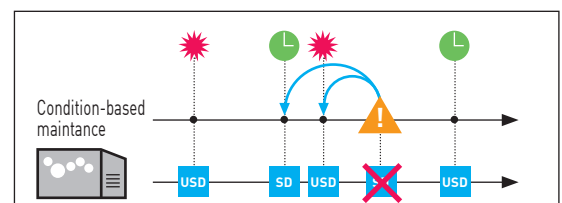
- Failure-Based Maintenance (FBM): Onderhoud wordt pas uitgevoerd als een kritische component faalt, met lange machinestilstand als gevolg.
- Periodic Maintenance (PerM): Periodiek worden kritische componenten gecheckt en eventueel vervangen. Daarnaast vinden diverse werkzaamheden plaats aan de machine (zoals refills, resets en cleanings).
- Condition-Based Maintenance: Aan de hand van de gemonitorde conditie van een kritische component, wordt besloten preventief onderhoud uit te voeren. Dit gebeurt voordat de component daadwerkelijk faalt.

SYNCHRONISEREN VAN ONDERHOUDSACTIES

Door CBM toe te passen in een proactieve onderhoudsstrategie, zal de machinestilstand voor een



gedeelte worden gereduceerd. De kritische component kan namelijk tijdig vervangen worden in overleg met de klant, tegen relatief lage onderhoudskosten en minimale machinestilstand. Desondanks zal een gedeelte van de stilstand blijven bestaan door de willekeurige en periodieke stilstand. Niet alle componenten worden immers gemonitord. Door de CBM acties tegelijkertijd uit te voeren met FBM en/of PerM, wordt stilstand geëlimineerd (zie Figuur 1). De onderhoudskosten worden teruggedrongen als gevolg van schaalvoordelen.

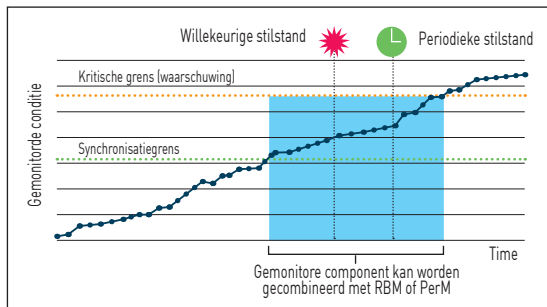


HOE TE SYNCHRONISEREN

Het slim afstemmen van CBM acties met de overige onderhoudsprocessen kan dus leiden tot extra besparingen wat betreft stilstand en onderhoudskosten. De vraag is nu: wanneer moet men dan een CBM actie combineren met een FBM of PerM actie



en wat levert dat dan op? Om deze vragen te beantwoorden is een wiskundig beslissingsmodel ontwikkeld, dat een zogenaamde optimale synchronisatiegrens berekent. Indien de conditie van de gemonitorde component deze grens overschrijdt, dan moet het preventieve onderhoud aan de gemonitorde component gecombineerd worden met een FBM of PerM actie, welke van beide het eerst optreedt. Indien geen van beide optreedt voordat de gemonitorde component zijn kritische toestand (bijvoorbeeld 95% degradatie van de conditie) bereikt, dan wordt de machine stilgezet om enkel de gemonitorde component te repareren. In dit geval worden er geen acties gecombineerd en kan er geen stilstand worden bespaard, noch onderhoudskosten.



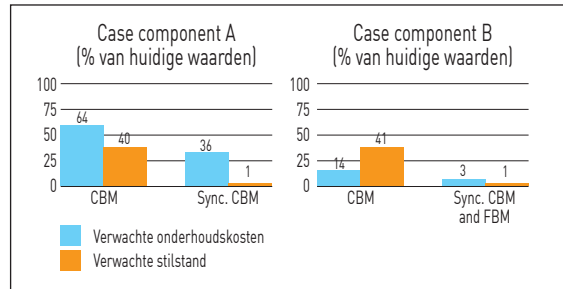
CASE STUDIES

Het model is toegepast in twee case studies bij ASML om de kracht van CBM in de praktijk te demonstreren. Bovendien laat het zien wat het effect is van synchronisatie van CBM acties met de overige onderhoudsacties (i.e., FBM en PerM). Voor twee kritische componenten uit de ASML lithografie machine (gecodeerd als A en B), zijn de volgende onderhoudsstrategieën getest:

1. **CBM:** Preventief onderhoud wordt uitgevoerd vlak voordat de component daadwerkelijk faalt, op basis van de gemonitorde conditie.
2. **Gesynchroniseerd CBM:** CBM wordt uitgevoerd in combinatie met een FBM of PerM actie, indien mogelijk.

Beide onderhoudsstrategieën zijn geëvalueerd op basis van de gemiddelde stilstand en onderhoudskosten voor de gemonitorde component. Als referentiestrategie wordt de huidige standaard ASML strategie gebruikt, namelijk correctief onderhoud ("run to failure"). Gemonitorde component A kenmerkt zich door relatief hoge stilstand en onderhoudskosten voor preventief onderhoud in vergelijking met correctief onderhoud. Component A moet namelijk altijd

compleet vervangen worden; dit is duur en kost veel tijd. De preventieve onderhoudskosten en machinestilstand voor component B zijn echter relatief laag. Het preventief onderhoud betreft slechts een kleine recalibratie van de component.



Uit de resultaten hierboven blijkt het enorme potentieel van CBM als het gaat om het reduceren van machinestilstand en de onderhoudskosten. Besparingen van resp. 36% en 60% voor A, en resp. 86% en 39% in het geval van B. De besparing is met name aanzienlijk in het geval van B, omdat de stilstand en kosten voor preventief onderhoud relatief laag zijn in verhouding tot de correctieve kosten.

Daarnaast worden extra besparingen gerealiseerd door CBM acties te synchroniseren met andere onderhoudsacties. Dit leidt tot extra reducties wat betreft machinestilstand (39% en 40% voor resp. A en B) en onderhoudskosten (28% en 11% voor resp. A en B). Reden hiervoor is dat de machine minder vaak wordt stilgezet voor enkel preventief onderhoud van de gemonitorde component. Dat wordt namelijk zoveel mogelijk tegelijkertijd uitgevoerd met andere onderhoudsacties.

AANBEVELINGEN

Voor fabrikanten van kapitaalintensieve productiesystemen is het noodzakelijk een minimale beschikbaarheid te garanderen aan klanten, omdat deze systemen het hart vormen van een doorgaans veel groter productieproces. Door de continue ontwikkeling en innovaties op technologisch gebied, neemt de complexiteit van de systemen in snel tempo toe. Het is daarom een steeds grotere uitdaging voor fabrikanten om de machinestilstand te beperken en zodoende de gewenste servicegraad te behalen. Dit onderzoek heeft aangetoond dat dergelijke gevallen een proactieve onderhoudsstrategie in de vorm van Condition-Based Maintenance kan leiden tot aanzienlijke reducties van de gemiddelde stilstand en onderhoudskosten. Door onderhoudsacties af te stemmen, op basis van een synchronisatiegrens, kunnen extra besparingen eenvoudig worden gerealiseerd.

FACTS

Student Bas Timmermans
Universiteit TU Eindhoven
Begeleider dr. H Peng
Informatie info@gordian.nl

Proactive Service Logistics - R&D project powered by:

Gordian 
 Logistic Experts

TU/e Technische Universiteit
 Eindhoven
 University of Technology

UNIVERSITEIT TWENTE.

RSM 
 ERASMUS
 UNIVERSITY

SLF
 SERVICE LOGISTICS FORUM