



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

---

## Τεχνητή Νοημοσύνη

---

Αργυρίου Στέφανος Παναγιώτης  
Κονιδάρης Φίλιππος

(03112006)  
(03112011)

---

ΑΘΗΝΑ 2016

## Σκοπός του project:

Σκοπός του δεύτερου εξαμηνιαίου project που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος της Τεχνητής Νοημοσύνης 7ου εξαμήνου αποτέλεσε η δημιουργία ενός expert system για τη διάγνωση συγκεκριμένου τύπου βλαβών που είναι σχετικές με το σύστημα λίπανσης (Oil System) του κινητήρα JT9D-7A της Pratt & Whitney. Στα πλαίσια αυτού του στόχου, έγινε μοντελοποίηση των πληροφοριών που περιέχονται στο manual εύρεσης βλαβών της κατασκευάστριας εταιρείας και δημιουργώντας τους αντίστοιχους κανόνες σε CLIPS επιτεύχθηκε η αυτοματοποίηση της διαδικασίας μέσω της συλλογής στοιχείων από απλές ερωταποκρίσεις. Εστιάσαμε κυρίως στις βλάβες τύπου BD, BE, CD, CE, ωστόσο η υλοποίηση και των άλλων βλαβών μπορεί να γίνει με τον ίδιο ακριβώς τρόπο.

## Αρχές Μοντελοποίησης:

Η υλοποίηση του έργου μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικά κομμάτια από τα οποία το δεύτερο εκ των πραγμάτων έπεται του πρώτου:

α. Αρχικά πρέπει να γίνει ο γενικός προσδιορισμός του προβλήματος για τη σύνταξη του κατάλληλου error code,

β. Ενώ σε δεύτερη φάση απαιτείται η αξιοποίηση των παραπάνω πληροφοριών για την εύρεση του ειδικού προβλήματος που παρουσιάζεται.

Η υλοποίηση όσον αφορά το πρώτο μέρος είναι εύκολη. Απλώς κάνουμε ερωτήσεις στο μηχανικό μέσω του συστήματος CLIPS και σε δύο μόλις στάδια μπορούμε να αποφανθούμε για τον ακριβή κωδικό του προβλήματος.

Το δεύτερο στάδιο παρουσιάζει μεγαλύτερο ενδιαφέρον και έγινε περισσότερη προσπάθεια για τη μοντελοποίηση. Παρατηρώντας το manual βλέπουμε ότι η δομή της διάγνωσης του προβλήματος μοιάζει πολύ με ένα δυαδικό δέντρο όπου κάθε κόμβος εκτός από τον τελικό έχει ακριβώς δύο παιδιά. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι κάθε κόμβος του δέντρου παρουσιάζει ένα πρόβλημα απόφασης του οποίου οι απαντήσεις μπορεί να είναι είτε ναι, είτε όχι. Για κάθε μία από τις δύο αυτές περιπτώσεις, οδηγούμαστε είτε σε ένα άλλο πρόβλημα απόφασης (εσωτερικός κόμβος), είτε σε μία λύση (φύλλο). Η μοντελοποίηση του προβλήματος με αυτό τον τρόπο οδηγεί σε αρκετά γρήγορες διαγνωστικές μεθόδους καθώς μπορούμε σε λογαριθμικό χρόνο να φτάσουμε μέχρι τα φύλλα του δέντρου και να πάρουμε απάντηση ως προς τη δράση που πρέπει να πραγματοποιηθεί για να διορθωθεί η βλάβη. Ωστόσο, σε περιπτώσεις όπου οι κόμβοι παρουσιάζουν προβλήματα απόφασης που ελέγχουν διαδοχικά ενδεχόμενα, είναι δυνατή η περαιτέρω σύμπτυξη του δέντρου και εξοικονόμησης χρόνου επιτρέποντας στο χρήστη να επιλέξει απευθείας το ενδεχόμενο το οποίο ανταποκρίνεται στην περίπτωση του χωρίς να χρειάζεται να περάσει από όλα τα ενδεχόμενα σε σειριακό χρόνο (στην περίπτωση που το ενδεχόμενο που τον ικανοποιεί βρίσκεται σε μεγάλο βάθος στο δέντρο). Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης είναι οι κόμβοι 29-42 όπου μέσω του manual γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστεί το σημείο μίας διαρροής και πραγματοποιούνται ερωτήσεις οι οποίες αποκλείουν με σειριακό τρόπο τα ενδεχόμενα. Μία καλύτερη υλοποίηση θα ήταν να εμφανίζεται στο χρήστη ένα μενού από το οποίο μπορεί να επιλέξει απευθείας την πηγή της διαρροής.

## Κατηγορήματα και ερμηνεία:

```
(deffacts startup (menu-op start))
  (member-of possible-main-menu-selections 1 2 3 4 5 6 7 8)
  (defrule main-menu
    (menu-op start)
    ?fact <- (menu-op start)
    =>
    (printout t t t t "*****BOEING 747 FAULT ISOLATION EXPERT SYSTEM*****" crlf)
    (printout t t "MAIN MENU" t crlf)
    (printout t "1 - Oil consumption is high" crlf)
```

```

(printout t "2 - Oil quantity indicator is malfunctioning" crlf)
(printout t "3 - Oil pressure is abnormal or indicator is malfunctioning" crlf)
(printout t "4 - Oil filter bypass light is illuminated" crlf)
(printout t "5 - Oil temperature is abnormal or indicator is malfunctioning" crlf)
(printout t "6 - Breather temperature is high" crlf)
(printout t "7 - Engine was shutdown in flight" crlf)
(printout t "8 - Unlisted engine oil fault" crlf)
(printout t t "Which of the above were observed during the flight? > ")
(assert (observed-problem-number (read)))
(printout t crlf)
(retract ?fact)
)

```

Εκκινεί το expert system και ζητάει από το χρήστη να καθορίσει την περιοχή βλαβών.

```

(defrule engine-number
  (menu-op engine-num)
  ?fact <- (menu-op engine-num)
  =>
  (printout t "Which engine is malfunctioning? (1,2,3,4,0) > ")
  (assert (engine-num (read)))
  (printout t crlf)
  (retract ?fact)
)

```

Πυροδοτείται αμέσως μετά την καταγραφή της περιοχής βλαβών και ζητάει τον καθορισμό του κινητήρα που έχει τη βλάβη.

```

(defrule oil-consumption
  (observed-problem-number 1)
  =>
  (assert (observed-problem-name high_consumption))
  (assert (menu-op engine-num))
)

```

Καταγράφει την περιοχή της βλάβης 1 αν ο χρήστης έχει νωρίτερα επιλέξει ως πρόβλημα το oil consumption.

```

(defrule high-oil-consumption
  (observed-problem-name high_consumption)
  (engine-num ?entry)
  =>
  (assert (error-code (sym-cat 79-01-Bx-0 ?entry)))
  (printout t "Are there any other abnormal oil systems? [yes,no] > ")
  (assert (oil-systems (read)))
)

```

Αρχικός καθορισμός του error code σε BX και προσπάθεια για κατηγοριοποίηση σε BD ή BE.

```

(defrule high-oil-consumption-abnormal

```

```
(oil-systems yes)
(engine-num ?entry)
=>
(assert (error-code (sym-cat 79-01-BE-0 ?entry)))
(printout t "Eng " ?entry " oil consumption high, with other oil sys ind abnorm. (Record
Data)" crlf)
)
```

Σε περίπτωση που δηλωθεί abnormal consumption γίνεται κατηγοριοποίηση σε BE.

```
(defrule high-oil-consumption-normal
  (oil-systems no)
  (engine-num ?entry)
  =>
  (assert (error-code (sym-cat 79-01-BD-0 ?entry)))
  (printout t "Eng " ?entry " oil consumption high, all other oil sys ind norm. (Record Data)"
crlf)
)
```

Σε αντίθετη περίπτωση η βλάβη δηλώνεται ως BE.

```
(defrule oil-pressure
  (observed-problem-number 3)
  =>
  (assert (observed-problem-name abnormal_oil_pressure))
  (assert (menu-op engine-num))
)
```

Καταγράφει ως περιοχή βλάβης την 3 σε περίπτωση που ο χρήστης έχει νωρίτερα δηλώσει τη βλάβη ως oil pressure.

```
(defrule oil-press-followed
  (oil-press yes)
  (engine-num ?entry)
  =>
  (assert (error-code (sym-cat 79-01-CE-0 ?entry)))
  (printout t "Eng " ?entry " oil press (low, high, fluctuating, in yellow band). Press follows
thrust setting change." crlf)
)
```

Προσπάθεια για κατηγοριοποίηση σε CE και CD. Αν ακολούθησε πίεση μετά την αλλαγή της ώθησης, τότε η βλάβη είναι CE.

```
(defrule oil-press-not-followed
  (oil-press no)
  (engine-num ?entry)
  =>
  (assert (error-code (sym-cat 79-01-CD-0 ?entry)))
  (printout t "Eng " ?entry " oil press (low, high, fluctuating, in yellow band). Remains
constant with thrust setting change." crlf)
)
```

```
)
```

Αν δεν ακολούθησε, τότε πρόκειται για βλάβη CD.

```
(defrule BD-BE-fault
  (engine-num ?entry)
  (or (error-code 79-01-BD-00)
      (error-code 79-01-BD-01)
      (error-code 79-01-BD-02)
      (error-code 79-01-BD-03)
      (error-code 79-01-BD-04)
      (error-code 79-01-BE-00)
      (error-code 79-01-BE-01)
      (error-code 79-01-BE-02)
      (error-code 79-01-BE-03)
      (error-code 79-01-BE-04))
  =>
  (printout t "Examine turbine exhaust area for evidence of oil loss per Visual Check 1, 79-01-10. Is oil loss occurring? [yes,no] > ")
  (assert (oil-loss (read))))
)
```

Εάν η βλάβη είναι τύπου BD ή BE, ανεξάρτητα από τον αριθμό του κινητήρα, εκκίνησε τη διαδικασία διάγνωσης BD/BE και πραγματοποίησε το πρώτο ερώτημα.

Από εδώ και πέρα, κάθε κατηγορία (με κάποιες εξαιρέσεις) έχει δύο “παιδιά”-κατηγορήματα που αντιστοιχούν σε απαντήσεις yes και no αντίστοιχα στις ερωτήσεις που πραγματοποιούν.

```
(defrule oil-loss-occurring
  (oil-loss yes)
  =>
  (printout t "Identify source of oil loss per Visual Check 1, 79-01-10. Is oil loss due to leakage from rear cover of No. 4 bearing compartment? [yes,no] > ")
  (assert (supply-line (read))))
)
```

Αν πραγματοποιείται oil-loss, περνάμε στην προσπάθεια εύρεσης του λόγου που πραγματοποιείται.

```
(defrule no-supply-line
  (supply-line no)
  =>
  (printout t "Is oil loss due to leakage from oil pressure supply line or oil scavenge line of No. 4 bearing compartment? [yes,no] > ")
  (assert (scavenge-line (read))))
)
```

Αν δεν προέρχεται από το No4 bearing compartment, συνεχίζουμε να εξετάζουμε ενδεχόμενα.

```
(defrule yes-supply-line
  (supply-line yes)
```

```
=>
(printout t "Replace engine. MM 71-00-02" crlf)
)
```

Αν προέρχεται, απλά αλλάζουμε τον κινητήρα.

```
(defrule yes-scavenge-line
  (scavenge-line yes)
  =>
  (printout t "Remove and clean or replace oil pressure supply tube and/or oil scavenge tube
as required. MM 72-53-00." crlf)
)
```

Αν προέρχεται από τη scavenge-line, αντικαθιστούμε το supply tube.

```
(defrule no-scavenge-line
  (scavenge-line no)
  =>
  (printout t "Is oil loss due to a clogged or loose oil scavenge line or a failed scavenge
pump? [yes,no] > ")
  (assert (clogged (read))))
)
```

Αν δεν προέρχεται από το scavenge-line συνεχίζουμε να εξετάζουμε ενδεχόμενα.

```
(defrule yes-clogged
  (clogged yes)
  =>
  (printout t "Remove and clean or replace oil scavenge tube as necessary. MM 72-53-00.
Replace scavenge pump if required. MM 72-61-21" crlf)
)
```

Αν προέρχεται από κάποιο clogged compartment, αφαιρούμε, καθαρίζουμε ή αντικαθιστούμε το scavenge tube.

```
(defrule no-clogged
  (clogged no)
  =>
  (printout t "Replace engine. MM 71-00-02" crlf)
)
```

Αν δεν προέρχεται από κάποιο clogged compartment, αλλάζουμε τον κινητήρα.

```
(defrule no-oil-loss-occurring
  (oil-loss no)
  =>
  (printout t "Examine main gearbox drains (MM 71-71-00) for leakage. Is excessive oil
present? [yes,no] > ")
  (assert (excess-oil (read))))
)
```

Αν εξαρχής δεν έχει παρατηρηθεί απώλεια λαδιού, ελέγχουμε αν υπάρχει περίσσεια.

```
(defrule yes-excess-oil
  (excess-oil yes)
  =>
  (printout t "Identify leaking drain line source (MM 71-71-00) Was source of leakage from
the fuel/oil cooler? [yes,no] > ")
  (assert (cooler (read))))
)
```

Αν έχει παρατηρηθεί, ελέγχουμε την πηγή εισροής λαδιού.

```
(defrule yes-cooler
  (cooler yes)
  =>
  (printout t "Replace fuel/oil cooler (MM 79-21-01)" crlf)
)
```

Αν αυτή είναι ο ψύκτης, τον αντικαθιστούμε.

```
(defrule no-cooler
  (cooler no)
  =>
  (printout t "Remove applicable component and check both component and drive pad seal.
Replace component and/or drive seal as follows:
  Component          Seal Replacement Ref
  -----
Generator (MM 24-21-01)    MM 72-61-08
Fuel Pump (MM 73-11-01)   MM 72-61-11
Hydraulic Pump (MM 29-11-05) MM 72-61-09
Starter (MM 80-11-01)     MM 72-61-06
Constant Speed Drive      MM 72-61-07
(MM 24-11-01)" crlf)
)
```

Αν δεν είναι, παραθέτουμε μία σειρά άλλων κοινών αιτιών.

```
(defrule no-excess
  (excess-oil no)
  =>
  (printout t "Check that PT3 water drain plug is installed per Visual Check 9, 71-01-10. Is
plug missing? [yes,no] > ")
  (assert (missing (read))))
)
```

Αν δεν υπάρχει περίσσεια λαδιού, στρέφουμε την προσοχή μας προς το σημείο απορροής του νερού.

```
(defrule yes-missing
  (missing yes)
)
```

```
=>
(printout t "Install drain plug." crlf)
)
```

Αν λείπει το σημείο απορροής, το τοποθετούμε.

```
(defrule no-missing
  (missing no)
  =>
  (printout t "Examine external plumbing, main gearbox and angle gearbox for obvious
leakage per Visual Check 2, 79-01-10. Is obvious leakage present? [yes,no] > ")
  (assert (obvious (read))))
)
```

Αν δε λείπει, ελέγχουμε για προφανείς διαρροές από το πλευρικό σύστημα ταχυτήτων.

```
(defrule yes-obvious
  (obvious yes)
  =>
  (printout t "Is leakage from oil pressure and/or oil scavenge lines? [yes,no] > ")
  (assert (oil-presss (read))))
)
```

Αν πράγματι έχουμε προφανή διαρροή, ελέγχουμε διαδοχικά πιθανά σημεία.

```
(defrule yes-oil-press
  (oil-presss yes)
  =>
  (printout t "Is leakage from No. 3 bearing oil scavenge tube connections? [yes,no] > ")
  (assert (three (read))))
)
```

Αν προέρχεται από μεγάλη πίεση λαδιού, ελέγχουμε τις συνδέσεις των σωληνών.

```
(defrule (yes-three
  (three yes)
  =>
  (printout t "Repair No. 3 bearing oil scavenge tube connections as required. MM 79-21-03
AR." crlf)
)
```

Αν όντως προέρχεται από τις συνδέσεις των σωληνών, τις επισκευάζουμε.

```
(defrule no-oil-press
  (oil-presss no)
  =>
  (printout t "Is leakage from breather lines? [yes,no] > ")
  (assert (breath (read))))
)
```



Αν δεν έχουμε αυξημένη πίεση λαδιού, ελέγχουμε τα breather lines.

```
(defrule yes-breath
  (breath yes)
  =>
  (printout t "Is leakage from No. 1 and 2 bearing breather manifold and/or No. 3 bearing
  breather manifold? [yes,no] > ")
  (assert (man (read))))
)
```

Αν προέρχεται από εκεί, ελέγχουμε τα bearing breather manifolds.

```
(defrule yes-man
  (man yes)
  =>
  (printout t "Replace No. 1 and 2 bearing breather manifold and/or No. 3 bearing breather
  manifold as required. MM 79-21-04 R/I." crlf)
)
```

Αν ναι, τα αντακαθιστούμε.

```
(defrule no-breath
  (breath no)
  =>
  (printout t "Identify the source of the leakage." crlf)
  (printout t "1 - Oil instrumentation lines" crlf)
  (printout t "2 - N2 manual crank on main gearbox" crlf)
  (printout t "3 - Angle gearbox" crlf)
  (printout t "4 - Main gearbox" crlf)
  (printout t "5 - None of the above" crlf)
  (printout t "> ")
  (assert (instr (read))))
)
```

Αν δεν προέρχεται από τα breather lines, παρουσιάζουμε στο χρήστη μία σειρά από πιθανούς στόχους.

Ανάλογα με την επιλογή του χρήστη, παρουσιάζουμε την κατάλληλη λύση.

```
(defrule yes-crank
  (instr 2)
  =>
  (printout t "Remove N2 manual crank pad and install new o-ring and gasket (if applicable).
  MM 72-00-00 MP." crlf)
)

(defrule yes-angle
  (instr 3)
  =>
  (printout t "Replace angle gearbox. MM 72-61-01 R/I." crlf)
)
```

```

(defrule yes-main
  (instr 4)
  =>
  (printout t "Replace main gearbox. MM 72-61-02 R/I." crlf)
)

(defrule no-three
  (or (three no)
      (man no)
      (instr 1)
      (instr 5))
  =>
  (printout t "Replace Engine. MM 71-00-02" crlf)
)

```

```

(defrule no-obvious
  (obvious no)
  =>
  (printout t "Perform oil system static leak check per Engine Check 1, 79-01-20 and/or oil
system monitoring leak check per Engine Check 2, 79-01-20. Was source of leakage found?
[yes,no] > ")
  (assert (source (read))))
)

```

Αν δεν έχουμε προφανή διαρροή, ελέγχουμε τον κινητήρα.

```

(defrule yes-source
  (source yes)
  =>
  (printout t "Refer to Engine Check 1 and/or engine check 2 for corrective action." crlf)
)

```

Αν βρούμε την πηγή της διαρροής, πάμε σε άλλο manual.

```

(defrule no-source
  (source no)
  =>
  (printout t "Check fuel pump hydraulic stage pressure per Engine Check 2, 71-01-20. Is
pressure within limits? [yes,no] > ")
  (assert (limits (read))))
)

```

Αν δεν τη βρούμε ελέγχουμε αν η πίεση των υδραυλικών είναι εντός ορίων.

```

(defrule no-limits
  (limits no)
  =>
  (printout t "Replace fuel pump. MM 73-11-01." crlf)
)

```

Αν δεν είναι, τα αντικαθιστούμε.

```
(defrule yes-limits
  (limits yes)
  =>
  (printout t "Check ground idle speed. MM 71-00-00 A/T, Test No. 9. Is ground idle speed
low? [yes,no] > ")
  (assert (low (read))))
)
```

Αν είναι, ελέγχουμε αν η ταχύτητα εδάφους είναι χαμηλή.

```
(defrule yes-low
  (low yes)
  =>
  (printout t "Adjust ground idle speed. MM 71-00-00 A/T, Test No. 9." crlf)
)
```

Αν είναι, την προσαρμόζουμε.

```
(defrule no-low
  (low no)
  =>
  (printout t "From idle power, advance thrust level slowly to increase N2 RPM by
10+ACU-. Did N1 increase at least 10+ACU- also? [yes,no] > ")
  (assert (increase (read))))
)
```

Αν δεν είναι, πραγματοποιούμε τεστ επιτάχυνσης. Ελέγχουμε αν αυξήθηκε η ένδειξη N1.

```
(defrule yes-increase
  (increase yes)
  =>
  (printout t "The following are infrequent causes of this fault:
1. Faulty main gearbox deaerator      Ref Engine Check 3, 79-01-20 for resolution
2. PT3 manifold leaks                Ref Visual Check 8, 71-01-10 for resolution
3. No. 1 and 2 bearing compartment leaks Replace Engine (MM 71-00-02)" crlf)
)
```

Αν ναι, παρέχουμε έναν κατάλογο πιθανών βλαβών.

```
(defrule no-increase
  (increase no)
  =>
  (printout t "Replace Evc. MM 75-31-01." crlf)
)
```

Αν όχι, αντικαθιστούμε το Evc.

```
(defrule CD-fault
  (or (error-code 79-01-CD-00)
       (error-code 79-01-CD-01)
       (error-code 79-01-CD-02)
       (error-code 79-01-CD-03)
       (error-code 79-01-CD-04))
  =>
  (printout t "Connect line for air pressure to elbow of oil pressure transmitter, T422. Apply
45 PSI. Does indicator read 40 to 45 PSI? [yes,no] > ")
  (assert (psi (read))))
)
```

Αν το error code είναι τύπου CD, εκκινούμε τη διαδικασία επίλυσης CD βλαβών και παραθέτουμε την πρώτη ερώτηση.

```
(defrule yes-psi
  (psi yes)
  =>
  (printout t "Adjust oil pressure. MM 71-00-00 A/T, Test No. 7. Observe oil pressure
indicator. Is oil pressure within limits? [yes,no] > ")
  (assert (itis (read))))
)
```

Αν η ένδειξη του psi είναι μεταξύ 40 και 45, ελέγχουμε την πίεση του λαδιού.

```
(defrule yes-it-is
  (itis yes)
  =>
  (printout t "The following item may be an infrequent cause of abnormal oil pressure:
Main Oil Pump - Replace main oil pump (MM 72-61-17)" crlf)
)
```

Αν είναι εντός ορίων, αντικαθιστούμε τη βαλβίδα λαδιού.

```
(defrule no-it-is
  (itis no)
  =>
  (printout t "Replace oil pressure regulating valve. MM 72-61-03." crlf)
)
```

Αν δεν είναι, αντικαθιστούμε τη βαλβίδα ελέγχου πίεσης. Με παρόμοιο τρόπο δουλεύουν και οι παρακάτω κανόνες:

```
(defrule no-psi
  (or (psi no)
       (mag no))
  =>
  (printout t "Exchange oil pressure indicators, N30, N31, N32, or N33. MM 79-32-03.
Apply 40 to 45 PSI to transmitter. Does indicator read 40 to 45 PSI? [yes,no] > ")
  (assert (still (read))))
```

```

)

(defrule yes-still
  (still yes)
  =>
  (printout t "Replace indicator. MM 79-32-03." crlf)
)

(defrule no-still
  (still no)
  =>
  (printout t "Replace engine oil pressure transmitter, T422. MM 79-32-01." crlf)
)

(defrule CE-fault
  (or (error-code 79-01-CE-00)
      (error-code 79-01-CE-01)
      (error-code 79-01-CE-02)
      (error-code 79-01-CE-03)
      (error-code 79-01-CE-04))
  =>
  (printout t "Examine magnetic chip detectors and mail oil strainer per Engine Check 18,
71-01-20. Was contamination abnormal? [yes,no] > ")
  (assert (mag (read))))
)

(defrule yes-mag
  (mag yes)
  =>
  (printout t "Replace main oil strainer. MM 72-61-05. Replace main oil pressure regulating
valve. MM 72-61-03. Perform oil system contamination inspection. MM 72-00-00 I/C." crlf)
)

```

## Χαρακτηριστικά traces του προγράμματος:

```
(reset)
CLIPS> (run)

*****BOEING 747 FAULT ISOLATION EXPERT SYSTEM*****

MAIN MENU

1 - Oil consumption is high
2 - Oil quantity indicator is malfunctioning
3 - Oil pressure is abnormal or indicator is malfunctioning
4 - Oil filter bypass light is illuminated
5 - Oil temperature is abnormal or indicator is malfunctioning
6 - Breather temperature is high
7 - Engine was shutdown in flight
8 - Unlisted engine oil fault

Which of the above were observed during the flight? > 3

Which engine is malfunctioning? (1,2,3,4,0) > 0

Change thrust setting & check oil press. Did oil press follow thrust change? [yes,no] > no
Eng 0 oil press (low, high, fluctuating, in yellow band). Remains constant with thrust setting change.
Connect line for air pressure to elbow of oil pressure transmitter, T422. Apply 45 PSI. Does indicator read 40 to 45 PSI? [yes,no] > yes
Adjust oil pressure. MM 71-00-00 A/T, Test No. 7. Observe oil pressure indicator. Is oil pressure within limits? [yes,no] > no
Replace oil pressure regulating valve. MM 72-61-03.
CLIPS>
```

\*\*\*\*\*BOEING 747 FAULT ISOLATION EXPERT SYSTEM\*\*\*\*\*

MAIN MENU

- 1 - Oil consumption is high
- 2 - Oil quantity indicator is malfunctioning
- 3 - Oil pressure is abnormal or indicator is malfunctioning
- 4 - Oil filter bypass light is illuminated
- 5 - Oil temperature is abnormal or indicator is malfunctioning
- 6 - Breather temperature is high
- 7 - Engine was shutdown in flight
- 8 - Unlisted engine oil fault

Which of the above were observed during the flight? > 1

Which engine is malfunctioning? (1,2,3,4,0) > 3

Are there any other abnormal oil systems? [yes,no] > no

Eng 3 oil consumption high, all other oil sys ind norm. (Record Data)

Examine turbine exhaust area for evidence of oil loss per Visual Check 1, 79-01-10. Is oil loss occurring? [yes,no] > no

Examine main gearbox drains (MM 71-71-00) for leakage. Is excessive oil present? [yes,no] > no

Check that PT3 water drain plug is installed per Visual Check 9, 71-01-10. Is plug missing? [yes,no] > no

Examine external plumbing, main gearbox and angle gearbox for obvious leakage per Visual Check 2, 79-01-10. Is obvious leakage present? [yes,no] > yes

Is leakage from oil pressure and/or oil scavenge lines? [yes,no] > no

Is leakage from breather lines? [yes,no] > no

Identify the source of the leakage.

- 1 - Oil instrumentation lines
- 2 - N2 manual crank on main gearbox
- 3 - Angle gearbox
- 4 - Main gearbox
- 5 - None of the above

> 2

Remove N2 manual crank pad and install new o-ring and gasket (if applicable). MM 72-00-00 MP.

CLIPS>