



LUND UNIVERSITY

Reseberättelse LEESA 3-7 Mars, 1980

Wittenmark, Björn

1980

Document Version:
Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Wittenmark, B. (1980). *Reseberättelse LEESA 3-7 Mars, 1980*. (Travel Reports TFRT-8026). Department of Automatic Control, Lund Institute of Technology (LTH).

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

RESEBERÄTTELSE

LEESA 3 - 7 MARS 1980

BJÖRN WITTENMARK

INSTITUTIONEN FÖR REGLERTEKNIK
LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA
JUNI 1980

Organization LUND INSTITUTE OF TECHNOLOGY Department of Automatic Control Box 725 S-220 07 LUND 7 Sweden		Document name Travel report	
		Date of issue June, 1980	
		CODEN: LUTFD2/(TFRT-8026)/0-015/(1980)	
Author(s) B Wittenmark		Sponsoring organization	
Title and subtitle Reseberättelse LEESA 3 - 7 mars 1980. Travel report to LEESA, March 3 - 7, 1980			
		A4	A5
Abstract Professor M Najim had invited me to visit LEESA, Rabat Marocko during, March 3 - 7, 1980. The visit was financed by the Swedish Institute. The report summarizes the impressions of the visit.			
Key words		A4	A5
Classification system and/or index terms (if any)			
Supplementary bibliographical information		Language Swedish	
ISSN and key title		ISBN	
Recipient's notes		Number of pages 15	Price
		Security classification	
Distribution by (name and address)			

RESEBERÄTTELSE LEESA 3-7 MARS 1980

Björn Wittenmark

INLEDNING

På inbjudan av professor Mohammed Najim besökte jag 3-7 mars 1980 Laboratoire d'Electronique et d'Etude des Systemes Automatiques (LEESA) vid Universite Mohammed V, Rabat, Marocko. Besöket finansierades av Svenska Institutet. Syftet med besöket var att diskutera möjligheterna till vidare utbyte mellan institutionen i Rabat och Institutionen för Reglerteknik i Lund. Under besöket förde jag omfattande diskussioner med forskarna vid LEESA. Jag gav två seminarier: "Self-tuning algorithms for control, prediction and smoothing" samt "Convergence of Recursive identification methods". Jag gjorde också en presentation av Institutionen för Reglerteknik i Lund.

Jag vill framföra mitt tack till Svenska Institutet för dess stöd. Vidare vill jag också tacka Svenska Institutet och Svenska ambassaden i Rabat för den smidiga och effektiva handläggningen av planeringen och kommunikationen med universitetet i Rabat.

Mitt intryck från besöket är att man vid LEESA bedriver forskning inom flera områden där vi från Lund har stora intressen. Vid LEESA tycks man vara väl insatt i dessa forskningsområden, men mitt intryck är att kunskaperna är mer passiva än aktiva. Detta gör att jag bedömer att ett utbyte kan vara fruktbart, dock främst för forskarna vid LEESA.

LEESA

Institutionen leds av professor M. Najim. Vid institutionen finns fyra Docteurs es Sciences, sju Docteurs de 3^e Cycle samt ca 10 forskarstuderande. Undervisningen ges på den naturvetenskapliga fakulteten. Man ger där grundläggande kurser i reglerteknik. Några av kurserna finns beskrivna i appendix. En av forskarna vid LEESA har sin undervisning förlagd till l'Ecole Mohamadia d'Ingenieur, vilket är en ren ingenjörsskola.

I institutionens utrustning ingår en PDP 11/34 med dubbel flexskiva, två RK05 och 96 kB primärminne. Denna dator utnyttjas i de olika forskningsprojekten och är nu hårt belastad och man ämnar därför gå över till operativsystemet RSX-11 för att flera samtidigt skall kunna köra på datorn. Det finns också en PDP 8, som används som en laborationsmaskin. Vidare finns ett mikrodatorsystem, Exorciser. Man använder nu Motorola 6800, men skall gå över

till 68000, som är en 16-bitars dator. Detta system har huvudsakligen använts i ett projekt för styrning av torkning av fosfor.

FORSKNING

Jag hade under mitt besök omfattande diskussioner med de flesta av forskarna vid institutionen. De längsta diskussionerna fördes med Mohammed Najim, Yousri El-Fattah och Kaddoul Najim. Verksamheten finns beskriven i en årsrapport från 1978, se referenserna. Nedan följer korta presentationer av några forskningsprojekt.

Adaptiv reglering (K. Najim)

K. Najim har bl a studerat en speciell adaptiv regulator som är ganska lik en självinställande regulator. Metoden finns beskriven i Najim (1979b). Han utgår från en minstakvadrat process och vill finna en regulator, som minimerar utsignalens varians. Regulatorn skall vara av låg ordning vilket gör att det inte är möjligt att direkt använda minimalvarians regulatorn. Genom att låta regulatorn vara en MA-process av utsignalen kan man enkelt göra en approximativ algoritm för uppdatering av regulators parametrar. Modellens och regulatorns parametrar uppskattas med stokastisk approximation.

Uppförandet hos regulatorn har simulerats, men det fanns inte några analytiska resultat. Genom att använda Ljungs ODE metod kunde jag emellertid komma fram till en karaktärisering av den regulator som algoritmen kan konvergera till. Villkoren påminner mycket om de man får för självinställande regulatorer, dvs vissa kombinationer av kovarianser blir noll.

Reglering av ändliga markovkedjor (Y. El-Fattah)

El-Fattah har gett ut en bok, som bl a behandlar styrning av ändliga markovkedjor, se El-Fattah, Foulard (1978) och även El-Fattah (1979). Vi hade en grundläggande diskussion av problemställningarna inom detta område. El-Fattahs eget arbetet behandlar estimering av övergångssannolikheter och konvergensproblem.

En av hans studenter studerar nu en metod som finns beskriven i Kel'mans et al (1976). Vi diskuterade denna artikel och olika möjligheter till utvidgningar.

I El-Fattah, Najim (1977) beskrivs användning av en lärande automaton för statisk optimering av torkning av fosfor.

Adaptiv filtrering (Y. El-Fattah, M. Janati)

Janati har via simulering undersökt Widrows metod för adaptiv filtrering. Hon har studerat olika varianter när det gäller estimeringen av filterparametrarna. I stort sätt handlar det om stokastisk approximation med olika typer av viktfactorer.

Torkning av fosfor (K. Najim, L. Radouane)

Fosfor är en viktig exportprodukt för Marocko. Ett större och långsiktigt projekt, som man har sysslat med vid LEESA är torkning av fosfor. Man vill torka fosfor från ca 17 % fukthalt till ca 1 %.

I Najim (1979a) beskrivs modellbygge baserat på fysikaliska grundekvationer. Man har tagit fram olika approximativa modeller för torkningsförloppet. En av dessa modeller har sedan använts i Radouane (1980) för att ta fram en linjärkvadratisk regulator. Denna regulator har implementerats på en mikrodator och provats på en fabrik. Man fann att regulatorn fungerade utmärkt. Samtidigt som regleringen av fukthalten förbättrades kunde man också minska oljeförbrukningen med ca 12 %. Den linjärkvadratiske regulatorn fungerar emellertid bra endast vid en viss arbetspunkt. Om arbetspunkten ändras måste också regulatorn ändras. Detta gör att man vill pröva en självinställare, vilket kommer att ske någon gång under 1980.

För att kunna göra implementeringen av regulatorn har man också varit tvugna att utveckla metoder för mätning av fosfors fukthalt. En jämförelse mellan tre mätmetoder finns beskriven i Najim M et al (1979).

Signalbehandling av seismiska data (Postaiare, Amri, Aboutajdine, Haouari)

Inom seismisk databehandling är ett problem att bestämma ankomsttider för reflekterade vågor. Vågorna initieras med en explosion och man mäter de vibrationer man åstadkommer. Ljudvågorna reflekteras mot olika lager i jordskorpan och genom att uppskatta ankomsttiderna kan man få en bild av jordskorpan.

Man har vid LEESA undersökt tre olika metoder, en heuristisk, en frekvensanalytisk och en metod baserad på Kalmanfiltrering. Den heuristiska metoden bygger på en analys av variationen av energin i den inkommande signalen. Denna variation används sedan för att detektera ankomsten av en ny våg. Frekvensanalytiska metoden utnyttjar fasförändringar, som uppstår när en ny våg kommer. Kalmanmetoden bygger på att först göra en modell och sedan filtrera data. Problemet är att estimerera modellens

parametrar. Kalmanmetoden tycks vara den mest lovande, men samtidigt den svåraste att använda.

Konstbevattning (M. Najim)

Ett mindre projekt gäller konstbevattning. Man är framför allt intresserade av prediktion av åtgången av vatten så att man kan pumpa in tillräckligt med vatten i kanalerna. Data från anläggningar i Frankrike finns tillgängliga och man använder dessa för att pröva olika metoder. Viss dokumentation finns i Najim K et al (1979).

Talanalys (Mouadi)

Detta är ett tvärvetenskapligt projekt, som syftar till att översätta tal till arabisk text. De metoder man kommer att använda finns redan utvecklade för andra språk, men måste anpassas till arabiskans särart. Man är ännu i början av projektet och är koncentrerad på fonetik och lingvistik.

REFERENSER

Rapport d'Activite, 1978, LEESA

El-Fattah Y (1979): Recursive algorithms for adaptive control of finite markov chains, rapport LEESA

El-Fattah Y, Foulard C (1978): Learning systems: Decision, simulation and control, Lecture Notes in Control and Information Sciences, vol 9, Springer Verlag

El-Fattah Y, Najim K (1977): Use of a learning automaton in static control of a phosphate drying furnace, Preprints 5th IFAC/IFIP Conference on Digital Computer Applications to Process Control, Haag, Juni 1977

Kel'mans G K, Lyubchik L M, Poznyak A S (1976): Variable basis method in problems of adaptive control of linear systems, Automation and Remote Control, vol 37, no 10, 1533-1546

Najim K (1979a): Commande des systemes complexes par apprentissage stochastique, doktorsavhandling LEESA

Najim K (1979b): Un algorithme a apprentissage pour la commande des systemes dynamiques recurrents lineaires, RAIRO Automatique/Systems Analysis and Control, vol 13, no 3, 251-263

Najim K, Najim M, Eddaifi D, Hanan A (1979): Estimation and control of water flow along a Moroccan canal

Najim M, El Jouhary D, Najim K, Radouane L (1979): On line measurement in phosphate process control, 8^e Mondial d'IMEKO sur l'Instrumentation et la Mesure, Moskva, maj 1979

Radouane L (1980): Commandes sous-optimale d'un four industriel de sechage de phosphate par microprocesseur, doktorsavhandling LEESA

APPENDIX

Kurser i reglerteknik och signalbehandling vid LEESA

L'enseignement dispensé dans le cadre du C.E.A. d'Automatique et de Traitement du Signal de la Faculté des Sciences de Rabat couvre les principaux aspects de l'Automatique et du Traitement du Signal, ces sciences jeunes et vivantes qui se situent au carrefour de nombreuses disciplines.

La formation reçue par les étudiants inscrits en vue de l'obtention de ce C.E.A. répond tant aux besoins de l'essor industriel du Maroc qu'aux exigences des laboratoires situés à la pointe de la recherche.

Les enseignements appliqués ouvrent au futur automaticien le domaine des techniques de régulation des processus industriels et lui permettent de maîtriser l'immense puissance de calcul et d'action des ordinateurs.

Les enseignements théoriques abordent des domaines aussi variés que l'étude des systèmes complexes dans l'espace d'état, l'étude des systèmes stochastiques et des systèmes à apprentissage, la commande optimale des processus, le traitement du signal et le développement d'intelligences artificielles pour le classement automatique des objets.

La délivrance du diplôme est subordonnée à la réalisation d'un projet de fin d'étude qui permet de juger l'aptitude du candidat à allier ses connaissances théoriques à son savoir faire pratique.

Le présent document n'a d'autre but que de donner un aperçu du contenu des différents cours, des stages pratiques et des projets qui constituent l'enseignement du C.E.A. d'Automatique et de Traitement du Signal.

TRAITEMENT DU SIGNAL

(24 h)

I. RAPPELS SUR LA REPRESENTATION DES SIGNAUX

- I.1. Transformation de Fourier
- I.2. Classification des signaux
- I.3. Signaux déterministes et aléatoires

II. TRANSMISSION DE SIGNAUX A TRAVERS LES SYSTEMES LINEAIRES-FILTRAGES

III. RAPPEL SUR LES PROCESSUS ALEATOIRES

- III.1. Stationnarité
- III.2. Ergodicité
- III.3. Densité spectrale de puissance
- III.4. Théorèmes de Wiener-Kinchine

IV. FILTRAGE OPTIMAL DES SIGNAUX

- IV.1. Filtre adapté, cas du bruit blanc, cas d'un bruit coloré
- IV.2. Factorisation spectrale, filtre de blanchissement. Problèmes de réalisabilité.
- IV.3. Filtre de Wiener, Equation de Wiener-Hopf et sa résolution dans le cas d'un bruit coloré.

V. FILTRAGE NUMERIQUE - SYNTHESE DES FILTRES

VI. TRANSFORMEES ORTHOGONALES : FFT Walsh....

VII. FILTRAGE OPTIMAL DANS LE CAS DISCRET

- VII.1. Filtre de Wiener récursif
- VII.2. Filtre de Kalman
- VII.3. Introduction au filtrage adaptatif et aux filtres à apprentissage.

Prof. M. NAJIM.

CONTROLE OPTIMAL

(40 h Cours)
(20 h T.D)

I. ELEMENTS DE CALCUL VARIATIONNEL

- I.1. Equation d'Euler
- I.2. Condition de Legendre
- I.3. Conditions de transversalité
- I.4. Condition de wierstrass-Erdmann
- I.5. Extremum conditionnel
- I.6. Problèmes isometriques
- I.7. Problèmes de Lagrange, de Bolza, de Meier
- I.8. Forme canonique de l'équation d'Euler
- I.9. Extremum d'une fonctionnelle dépendant d'une fonction de variables multidimensionnelles
- I.10. Problèmes d'application pratiques
- I.11. Conditions Suffisantes d'optimalité
- I.12. Problèmes avec contraintes.

II. PRINCIPE DE PONTRAYAGIN

- II.1. Position du problème du contrôle optimal
- II.2. Approche variationnelle
- II.3. Enoncé de principe de Pontryagin
- II.4. Démonstration géométrique
- II.5. Condition suffisante de Hamilton-Jacobi
- II.6. Problème de contrôle en temps optimal
- II.7. Problème linéaire quadratique, équation de Riccati; Contrôle en boucle fermée.

III. PROGRAMMATION DYNAMIQUE

- III.1. Principe d'optimalité
- III.2. Equation de Bellman
- III.3. Aspects numériques
- III.4. Problèmes d'application.

Y.M.EL Fattah
Septembre 78

PROCESSUS STOCHASTIQUES

(30 h Cours)
(15 h T.D)

I. ELEMENTS DE PROBABILITE

- I.1. Evenements et probabilité
- I.2. Mesures sur des espaces de dimension finie
- I.3. Fonctions mesurables et variables aléatoires
- I.4. Sequences d'évènements et de variables aléatoires
- I.5. Espérance des variables aléatoires
- I.6. Notions de Convergence
- I.7. Independance et Espérance conditionnelle.

II. PROCESSUS STOCHASTIQUES

- II.1. Caractérisation des processus
- II.2. Séparabilité et mesurabilité
- II.3. Processus Gaussiens et Mouvement Brownien
- II.4. Continuité
- II.5. Processus Markovien
- II.6. Stationnarité et érgodicité

III. PROCESSUS DE 2ND ORDRE

- III.1. Continuité de 2nd ordre
- III.2. Expansion de Karhunen-Loève
- III.3. Processus Stationnaire au sens large
- III.4. Représentation spectrale
- III.5. Processus passe-bas et passe-bande
- III.6. Bruits blancs et leur integration
- III.7. Prédiction linéaire et Filtrage optimal.

Y.M.EL Fattah
Septembre 78

ETUDE DES SYSTEMES DANS L'ESPACE D'ETAT

(32 h)

- I. NOTION D'ESPACE D'ETAT
 - I.1. Notion d'état
 - I.2. Représentation dans l'espace d'état
 - I.3. Obtention des équations d'état.
- II. RAPPELS SUR LES FONCTIONS DE MATRICES CARREES
 - II.1. Puissance, polynomes , séries
 - II.2. Polynome caractéristique et théorème de Cayley Hamilton
 - II.3. Applications du théorème de Cayley Hamilton
- III. ANALYSE DES EQUATIONS D'ETAT POUR LES SYSTEMS CONTINUS
 - III.1. Equation à coefficients constants
 - III.2. Décomposition modale
 - III.3. Matrices à éléments fonction du temps
 - III.4. Matrice de transition
- IV. ANALYSE DES SYSTEMES DISCRETS
 - IV.1. Représentation des systèmes discrets
 - IV.2. Décomposition modale
 - IV.3. Matrice de transition
- V. CONTROLABILITE ET OBSERVABILITE
 - V.1. Définition de la controlabilité
 - V.2. Définition de l'observabilité
 - V.3. Critères de controlabilité
 - V.4. Critères d'observabilité
- VI. STABILITE DES SYSTEMES NON LINEAIRES
 - VI.1. Concepts de stabilité
 - VI.2. Définitions
 - VI.3. Stabilité des systèmes linéaires
 - VI.4. Méthode direct de Ljapunov
 - VI.5. Critères de stabilité
- VII. RELATION ENTRE LA REPRESENTATION DANS L'ESPACE D'ETAT ET LES FONCTIONS DE TRANSFERT
 - VII.1. Matrice de transfert
 - VII.2. Réalisation minimum
 - VII.3. Relation entre réalisation minimum, controlabilité et observabilité.
- VIII..SYNTHESE DES SYSTEMES LINEAIRES DANS L'ESPACE D'ETAT
 - VIII.1. Notion de retour d'état
 - VIII.2. Effeç du retour d'état sur la controlabilité et l'observabilité.
 - VIII.3. Stabilisation par retour d'état.

LA RECONNAISSANCE ET LE CLASSEMENT DES OBJETS

(24 h)

I. RECONNAISSANCE DES OBJETS ET THEORIE DE LA DECISION

- I.1. Espace des objets
- I.2. Espace des caractères
- I.3. Espace des classes
- I.4. Classement avec et sans prototypes

II. SELECTION DES CARACTERES - REDUCTION DE LA DIMENSION

- II.1. Mesures des distances
- II.2. Transformation diagonale
- II.3. Transformation linéaire
- II.4. Maximisation de la divergence

III. CLASSEMENT NON STATISTIQUE AVEC PROTOTYPES

- III.1. Notion de fonction discriminante
- III.2. Classement fondé sur la notion de proximité
- III.3. Détermination des fonctions discriminantes par apprentissage
- III.4. Notion de potentiel
- III.5. Détermination des fonctions potentiel discriminantes par apprentissage.

IV. CLASSEMENT STATISTIQUE AVEC PROTOTYPES

- IV.1. Théorie de la décision de Bayes
- IV.2. Problème à deux classes
- IV.3. Fonctions de pénalité usuelles

V. ESTIMATION DES PARAMETRES STATISTIQUES - CLASSEMENT PARAMETRIQUE

- V.1. Choix d'une fonction de densité de probabilité
- V.2. Estimation directe
- V.3. Estimation récursive
- V.4. Estimation par apprentissage

VI. CLASSEMENT NON PARAMETRIQUE

- VI.1. Estimation de la densité
- VI.2. Fenêtre de Parzen
- VI.3. Estimation par les K plus proches voisins
- VI.4. Estimation des probabilités à posteriori

VII. CLASSEMENT NON STATISTIQUE SANS PROTOTYPES

- VII.1. Groupement par mesure de similarité
- VII.2. Algorithmes basés sur la notion de similarité
- VII.3. Classement hiérarchique
- VII.4. Méthodes basées sur la théorie des graphes

VIII. CLASSEMENT PARAMETRIQUE SANS PROTOTYPES

- VIII.1. Densité de probabilité composée
- VIII.2. Estimation par le maximum de vraisemblance
- VIII.3. Estimation de la moyenne par apprentissage.

TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL

(12 H)

I. LA TRANSFORMATION DE FOURIER

- I.1. Integrale de Fourier
- I.2. Transformation de Fourier Inverse
- I.3. Proprietés de la transformation de Fourier
- I.4. Methode de calcul de la transformée de Fourier

II. CONVOLUTION ET CORRELATION

- II.1. Methode de calcul des Integrales de Convolution
- II.2. Convolution avec des trains d'impulsion
- II.3. Application des theoremes de convolution où l'étude des signaux limités dans le temps.
- II.4. Methode de calcul des fonctions de correlation

III. SERIES DE FOURIER

- III.1. Calcul des Series de Fourier
- III.2. Les Series de Fourier : cas particulier de l'Integrale de Fourier.
- III.3. Application au calcul des transformées de Fourier des signaux periodiques

IV. ECHANTILLONNAGE

- IV.1. Transformée de Fourier d'un signal échantillonné
- IV.2. Reconstitution d'un signal échantillonné

V. TRANSFORMEE DE FOURIER DISCRETE

- V.1. Adaptation de la transformation de Fourier aux techniques de calcul numerique
- V.2. Transformation de Fourier Discrète
- V.3. Propriété de la transformation de Fourier discrète
- V.4. Relation entre la transformation de Fourier et la transformation de Fourier discrète
- V.5. Algorithme de calcul de la transformée de Fourier discrète.

VI. CONVOLUTION ET CORRELATION DISCRETE

- VI.1. Convolution Discrète
- VI.2. Relation entre la convolution Discrète et la Convolution Continue
- VI.3. Theoremes de Convolution Discrète
- VI.4. Correlation Discrète

J.G. POSTAIRE

Fevrier 1979

I. INTRODUCTION A L'INFORMATIQUE

I.1. Historique, domaine d'application, situation actuelle

II. RAPPELS SUR LES SYSTEMES DE NUMERATION

II.1. Expression d'un nombre dans une base B.

II.2. Transcodage

II.3. Arithmétique binaire, octale, hexadécimale

III. MEMOIRES

III.1. Généralités

III.2. Caractéristiques

III.3. Mémoires de masses (tambour, disque)

III.4. Mémoires centrales (tores de ferrite et semi-conducteurs)

III.5. Decodage, multiplexage et application des mémoires

III.6. Registres à décalage

IV. ORGANES PERIPHERIQUES : PRESENTATION GENERALE

V. ARCHITECTURE GENERALE DES MICROPROCESSEURS

V.1. Le système bus

V.2. L'A.L.U.

V.3. Système d'adressage

V.4. Sequenceur de microcommandes

V.5. Registres de travail

VI. ORGANISATION DU PROGRAMME DE MEMOIRE CENTRALE

VI.1. Jeux d'instructions

VI.2. Structure des instructions

VII. LE MICROPROCESSEUR MC 6800

VII.1. L'A.L.U.

VII.2. Bus des données et bus des adresses

VII.3. Jeux des instructions

VII.4. Phases de fonctionnement

VII.5. Pile et sous-programmes

VIII. SOFTWARE - FIRMWARE - SYSTEME D'EXPLOITATION

VIII.1. Moniteur

VIII.2. Editeur

VIII.3. Assembleur

VIII.4. Système disque (EDOS), Possibilités d'utilisation

IX. ENTREES SORTIES

IX.1. P I A

IX.2. A C I A

IX.3. Entrées/sorties analogiques

X. MONITEUR TEMPS REEL

X.1. Définition

X.2. Notion de tâche, de priorité

X.3. Sous-programme

INTRODUCTION A LA MINI-INFORMATIQUE

(24 h)

I. ARCHITECTURE DU CALCULATEUR PDP 11/34

- I.1. L'Unibus
- I.2. L'unité centrale
- I.3. La mémoire
- I.4. Les interruptions, les priorités
- I.5. Les périphériques

II. LES MODES D'ADRESSAGE

- II.1. Adressage simple operande
- II.2. Adressage double operande
- II.3. Adressage direct
- II.4. Adressage indirect

III. LE LANGAGE MACHINE

- III.1. Format des instructions
- III.2. Instructions simple operande
- III.3. Instructions double operande
- III.4. Instructions de contrôle des programmes

IV. TECHNIQUES DE PROGRAMMATION

- IV.1. Utilisation de la pile
- IV.2. L'éditeur de liens
- IV.3. L'utilisation des interruptions

V. INTRODUCTION AU MONITEUR RT 11

- V.1. Les commandes du moniteur
- V.2. La structure des Fichiers sous RT 11
- V.3. L'éditeur de texte
- V.4. Le macroassembleur
- V.5. Sous programmes de la bibliothèque "Macro"
- V.6. Le mode Batch
- V.7. Programmation du terminal graphique.

El jouhari.
Nov. 1978

INITIATION A LA PROGRAMMATION

(16 h)

1^{ère} PARTIE GENERALITES

I. NOTIONS D'ALGORITHME ET D'ORGANIGRAMME

- I.1. Analyse d'un pro
- I.2. Définition de l'algorithme
- I.3. Ecriture de l'organigramme

II. PRESENTATION DU MATERIEL

- II.1. Mémoire centrale
- II.2. Unité centrale
- II.3. Unités d'entrées / Sorties

2^{ème} PARTIE LE LANGAGE FORTRAN

I. GENERALITES

II. CONSTANTES ET VARIABLES - ECRITURE DES OPERANDES

III. EXPRESSIONS ET OPERATEURS ARITHMETIQUES

IV. EXPRESSIONS ET OPERATEURS LOGIQUES

V. LES INSTRUCTIONS

- V.1. Instruction d'affectation-
- V.2. Instruction de branchement - Rupture de séquence
- V.3. Instruction Do
- V.4. Instructions d'entrées / Sorties

VI. FONCTIONS ET SOUS PROGRAMMES ECRITS EN FORTRAN

MOURADI
Nov. 78