

DRILLING SIMULATION AND USER PROGRAM FOR OIL AND GAS
II. REAL TIME

Sinsawas Ek-udomsuphan

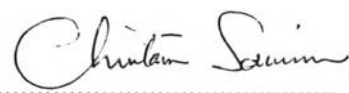
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University
in Academic Partnership with
The University of Michigan, The University of Oklahoma,
Case Western Reserve University, and Institut Français du Pétrole
2015

Thesis Title: Drilling Simulation and User Program for Oil and Gas
II. Real Time
By: Sinsawas Ek-udomsuphan
Program: Petroleum Technology
Thesis Advisors: Assoc. Prof. Chintana Saiwan
Dr. Ruktai Prurapark

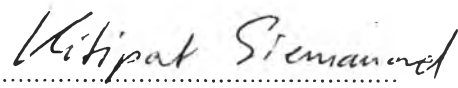
Accepted by The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.



..... College Dean
(Asst. Prof. Pomthong Malakul)

Thesis Committee:


.....
(Assoc. Prof. Chintana Saiwan)


.....
(Dr. Ruktai Prurapark)


.....
(Asst. Prof. Kitipat Siemanond)


.....
(Dr. Panithita Vithayasricharoen)

ABSTRACT

5573029063: Petroleum Technology Program

Sinsawas Ek-udomsuphan: Drilling Simulation and Real-Time User Friendly Program for Oil and Gas.

Thesis Advisors: Assoc. Prof. Chintana Saiwan, and Dr. Ruktai Prurapark 55 pp.

Keywords: Real-time/ Torque and drag/ Simulation/ Buckling/ Tortuosity

This research developed real-time torque and drag (T&D) software which was created by using graphical user interface (GUI) of Matlab and small step sizes Euler T&D equation in order to prevent problems like buckling and tortuosity. To give view point for user, the real-time GUI was divided into four sections. The first section displays well trajectory of well-planning along with real time circumstance thus users can see whether the drilling is according to the plan or not. The second section is a compass that displays the toolface in order to give information regarding drill bit direction. The compass shows magnetic toolface when inclination below 5° and gravity toolface when inclination more than 5° . The third section is an updated real-time well trajectory with a compass display. The last section displays torque and axial force at the surface.

บทคัดย่อ

สินสวัสดิ์ เอกอุดมสุพรรณ: การวิเคราะห์การขุดเจาะและโปรแกรมสำหรับผู้ใช้งานด้านปิโตรเลียม สำหรับการขุดเจาะเวลาจริง (Drilling Simulation and User Program for Oil and Gas II. Real Time) อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. จินตนา สายวรรณ และ ดร.รัศมี ไทย บุรพภาค 55 หน้า

เมื่อรูปแบบของหลุมขุดเจาะปิโตรเลียมมีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ความเสี่ยงของการเกิดอันตรายในขณะที่ทำการขุดเจาะย่อมมีมากขึ้นตามไปด้วย โปรแกรมที่สามารถคาดการณ์และป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในขณะที่ทำการขุดเจาะจึงมีความจำเป็น งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาซอฟต์แวร์วิเคราะห์แรงบิดและแรงต้านในเวลาจริง โดยใช้กราฟิกลายเส้นอินเตอร์เฟซ (GUI) และการคำนวณแรงบิดและแรงต้านโดยวิธีออยเลอร์ (Euler method) คำนวณโดยระยะห่างของข้อมูลในโปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB) เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเช่น การโก่งงอของท่อเจาะ (Buckling) และความคดเคี้ยวของเส้นทางที่เจาะ (Tortuosity) ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมได้เห็นมุมมองของการขุด โดยการแสดงผลแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนแรกแสดงรูปแบบของหลุมที่วางแผนไว้ โดยทำให้ผู้ใช้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงในเวลาจริงว่าเป็นไปตามแผนที่วางไว้หรือไม่ ในส่วนที่สองแสดงทิศทางของหลุมเจาะ โดยบอกข้อมูลทิศทางของหัวเจาะ โดยเข็มทิศจะแสดงทิศทางหัวเจาะด้วยแรงแม่เหล็ก (Magnetic toolface) เมื่อความเอียงของหัวเจาะน้อยกว่า 5 องศาและทิศทางหัวเจาะด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity toolface) เมื่อความเอียงของหัวเจาะมากกว่า 5 องศา ในส่วนที่สามแสดงรูปแบบหลุมในเวลาดำเนินการเจาะจริงและเข็มทิศบอกทิศทาง ส่วนสุดท้ายนั้นแสดงแรงบิด (Torque) และ แรงตามแกนที่พื้นผิว (Axial force)

ACKNOWLEDGEMENTS

The author, Mr. Sinsawas Ek-udomsuphan is grateful for the scholarship and research funding provided by The Petroleum and Petrochemical College and The National Center of Excellence for Petroleum, Petrochemicals, and Advanced Materials, Thailand.

I would like to express my appreciation to my supervisor Assoc. Prof. Chintana Saiwan at The Petroleum and Petrochemical College, Chulalongkorn University, for her help throughout the entire research work and contributions during the first year till the last year of my Master degree study.

I would like to give a special thanks to Dr. Ruktai Prurapark for his supervision, advice, and guidance from the beginning of my study as well as giving me valuable experiences all the way through my research work, with his endurance and knowledge, while allowing me the opportunity to work independently.

My gratitude also extends to Asst. Kitipat Siemanond, and Dr. Panithita Vithayasricharoen for serving on my examination committee.

I am really thankful to all the people of PAN Orient Energy Siam (POES) for allowing me to have the first time of my work experience to access to the onshore rig site and to provide the actual field drilling data and geological data for my research. Without their help, this research would have less meaning.

Finally, I would like to thank my family, my colleagues, my friends, for their continuous support and inspiration throughout my entire studies.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
Title Page	i
Abstract (in English)	iii
Abstract (in Thai)	iv
Acknowledgements	v
Table of Contents	vi
List of Tables	ix
List of Figures	x
Abbreviations	xi
 CHAPTER	
I INTRODUCTION	1
 II LITERATURE REVIEW	 2
2.1 Torque and Drag Concept	2
2.1.1 Buoyancy Factor	2
2.1.2 Friction Factors	3
2.1.3 Normal Contact Force	4
2.1.4 Torque	4
2.1.5 Drag	5
2.2 Torque and Drag Modeling	6
2.2.1 Soft-String Model	6
2.2.2 Stiff String Model	7
2.3 Torque and Drag Modeling and Problems Prevention	8
2.3.1 Buckling	8
2.3.2 Tortuosity Effects	10
2.4 Real-time Modeling-while-drilling	13
2.5 Directional Survey for 3D Reservoir Modeling	13
2.5.1 Tangential	14
2.5.2 Balanced Tangential	15

CHAPTER	PAGE
2.5.3 Average Angle	16
2.5.4 Curvature Radius	17
2.5.5 Minimum Curvature	17
III METHODOLOGY	20
3.1 Software	20
3.1.1 Equipment	20
3.1.2 Software	20
3.2 Research Procedures	20
3.2.1 Development of a User-friendly Software	20
3.2.2 Collection of Actual Data from Drilling Department	20
3.2.3 Simulation of Software	21
IV RESULTS AND DISCUSSION	22
4.1 User-Friendly Software Development	22
4.1.1 Software Introduction	22
4.1.2 Software Input	22
4.1.3 Software Calculation Sequence	23
4.1.4 Software Output	25
4.2 Actual Field Data	30
4.2.1 Well Trajectory of Well A	30
4.2.2 Torque	32
4.2.3 Axial Force and Hookload	33
V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	36
5.1 Conclusions	36
5.2 Recommendations	36
REFERENCES	37

CHAPTER	PAGE
APPENDICES	39
Appendix A MATLAB Code of the Software	39
Appendix B Well A	41
CURRICULUM VITAE	55

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Comparison of results of the five commonly used server methods	19
3.1	Data inputs of the GUI	21
A1	MATLAB code of input parameter	39
A2	MATLAB code of output parameters	40
B1	Survey data, average torque and hookload of well A	41
B2	Example ascii data of well A	45
B3	Software input data of well A from depth 341 ft to 2631 ft	47
B4	Software input data of well A from depth 2631 ft to 5450 ft	49
B5	The bottom hole assembly (BHA) of well A from depth 341 ft to 2631 ft	53
B6	The bottom hole assembly (BHA) of well A from depth 2631 ft to 5450 ft	53

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2.1	Short elements in a string.	7
2.2	An example of numerical buckling simulation from a torque and drag software.	9
2.3	Various forms of tortuosity.	12
2.4	Three-dimensional view of a wellbore showing the well trajectory that comprise the X, Y, and Z parts in tangential method.	15
2.5	Balanced tangential method.	16
2.6	Minimum curvature method.	18
4.1	Flow chart of the GUI process.	24
4.2	Real-time interface.	26
4.3	Well trajectory of well planning and real-time.	26
4.4	Magnetic compass.	27
4.5	Gravity tool face.	28
4.6	Gravity compass.	28
4.7	Well trajectory in 3D views.	29
4.8	Calculated rigfloor hookload and torque display.	29
4.9	Well Trajectory of well A (a) actual (b) side view and (c) top view.	31
4.10	Comparison between (a) Torque and (b) WOB with measured depth.	32
4.11	Well A actual data between WOB and hook load with measured depth.	34
4.12	Calculated hookload with different operation modes from software.	34

ABBREVIATIONS

3D	Three-dimensional
Az	Azimuth (degree)
DLS	Dogleg severity (degree/30 ft)
ERW	Extended reach wells
GUI	Graphic user interface
HK	The hook load (lbf)
Inc	Inclination (degree)
MWD	Measured while drilling
POH	Pulling out of the hole
RIH	Running into the hole
RoffB	Rotating-on bottom
RonB	Rotating-off bottom
T	Torque (ft-lbf)
T&D	Torque and drag
TVD	True vertical depth (ft)
WOB	Weight on bit (lbf)