ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ: ಏಕೆ? ಹೇಗೆ?

ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2023

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ: ಏಕೆ? ಹೇಗೆ?

ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ – 2023
ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17

“Samparka Upagraha Niyantrana
Eke? Hege? ”
in Kannada by Shreyala Rathnakar,
Published by
U R Rao Satellite Centre
Bengaluru-560017
kannada.ursc@gmail.com

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ– 2023
ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ
ಬೆಂಗಳೂರು–560017

© ಲೇಖಕರದು

ಮೊದಲ ಮುದ್ರಣ : 2023
ಬಳಸಿದ ಕಾಗದ : 70 ಜಿ.ಎಸ್.ಎಂ. ಮ್ಯಾಪ್‌ಲಿಥೊ
ಡೆಮಿ 1/8, ಪುಟಗಳು: 72

ಮುಖಪುಟ ವಿನ್ಯಾಸ : ಹರಿಚರಣ್
ಚಿತ್ರ ಕೃಪೆ : ಎಂ ಸಿ ಎಫ್, ಇಸ್ರೊ ಮತ್ತು ಇತರ ಜಾಲತಾಣಗಳು

ಅಧ್ಯಕ್ಷರ ಸಂದೇಶ

ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯ, ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಹಾಗೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸಾಹಿತ್ಯ ಪ್ರಕಾರ. ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ಎಲ್ಲ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಿಂದ ಗಮನಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುವ ಆಶಯ ಈ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯದ ಗುರಿ. ಅದರಲ್ಲೂ, ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಡಲೆ ಎನಿಸಿರುವ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ, ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮುಂತಾದ ಸಂಕೀರ್ಣ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸರಳ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಪ್ರೌಢಶಾಲಾ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯ ತಿಳುವಳಿಕೆಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಅದೊಂದು ಅಪರೂಪದ ಸಾಧನೆಯೇ ಸರಿ. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಇಸ್ರೊ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಯಾದ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಎಂಬ ಸರಣಿ ಕಿರುಪುಸ್ತಕ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳ ಯೋಜನೆಯನ್ನು 2022ರಲ್ಲಿ ಹಮ್ಮಿಕೊಂಡಿದ್ದು, ತನ್ಮೂಲಕ "ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ" ಬಗ್ಗೆ ಸಣ್ಣ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರುವ ಯೋಜನೆ ಹೊಂದಿದೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ನಿಮ್ಮ ಕೈಯಲ್ಲಿರುವ ಈ ಪುಸ್ತಕ, ಈ ಮಾಲೆಯ ಎರಡನೆಯ ಕಂತಿನ ಒಂದು ಕುಸುಮ.

ಒಂದು ಭಾಷೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ವಿವಿಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ವಿವರಿಸಬೇಕಾದದ್ದು ಅವಶ್ಯಕ. ಅಂತೆಯೇ ನಮ್ಮ ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಿಗೆ ಸರಳ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿ, ಅದರ ಬಗೆಗಿನ ಅರಿವು ಮೂಡಿಸುವುದೂ ಕೂಡಾ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿರುವ ಕಾರ್ಯ. ಪ್ರಸ್ತುತ "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಯೋಜನೆಯು, ಈ ಎರಡೂ ಅವಶ್ಯಕತೆಗಳನ್ನು ಈಡೇರಿಸಲಿದೆ.

ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಪರಿಕಲ್ಪಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಸಾಕಾರಗೊಳಿಸಿದ್ದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರನ್ನು ನಾನು ಅಭಿನಂದಿಸುತ್ತೇನೆ. ಮುಂಬರುವ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಹೊರಬರಲಿ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಸಕ್ತ ಓದುಗರನ್ನು ತಲುಪಲಿ ಎಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ.

ಎಸ್ ಸೋಮನಾಥ್

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು, ಇಸ್ರೊ

ನಿರ್ದೇಶಕರ ಸಂದೇಶ

ಉಪಗ್ರಹ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಂಬಂಧಿತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾದ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವ ಹಾಗೆ ತಲುಪಿಸಬೇಕು ಎನ್ನುವುದು ನನ್ನ ಚಿಂತನೆ ಹಾಗೂ ಆಶಯ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯತ್ನವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ಓದುವ ಗ್ರಾಮೀಣ ಪ್ರದೇಶದ ಯುವ ಪ್ರತಿಭೆಗಳಿಗೆ ಅವಶ್ಯಕ ಹಾಗೂ ಅಧಿಕೃತ ಮಾಹಿತಿ ತಲುಪಿಸುತ್ತದೆ. ತನ್ಮೂಲಕ ಅವರಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸುವಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಭವ್ಯ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಹತ್ವದ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿದೆ.

ಈ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಐದು ದಶಕಗಳಿಂದ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ ನುರಿತ ಹಾಗೂ ಅನುಭವಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಂದ ಈ ಕೆಲಸ ಆಗಬೇಕು ಎಂಬುವುದು ಸಹಜ ಅಪೇಕ್ಷೆ. ಇದರ ಅಂಗವಾಗಿ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು 2022ರಿಂದ

ಪ್ರತಿವರ್ಷ "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ"ಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಹಲವು ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಯೋಜನೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡಿತು. ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮುಂದುವರಿದ ಭಾಗವಾಗಿ ಈ ವರ್ಷವೂ ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರುತ್ತಿರುವುದು ಸಂತಸದ ವಿಷಯವಾಗಿದೆ.

ಈ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ ಸ್ಪಂದಿಸಿ ಅತ್ಯಂತ ಉತ್ಸುಕತೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ವಿವಿಧ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಿರುಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದಾರೆ. 2023ರ ಸರಣಿಯ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇಂದು ನಿಮ್ಮ ಕೈ ಸೇರಿರುವುದು ಸಂತಸದ ಸಂಗತಿ. ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಅಭಿನಂದನೆಗಳು ಹಾಗೂ ಈ ಯೋಜನೆ ಮುಂದೆಯು ಹೀಗೆಯೇ ಮುಂದುವರೆಯಲೆಂದು ಎಂದು ನನ್ನ ಹಾರೈಕೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಈ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಅಭಿರುಚಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡು, ಮೂಲತತ್ವಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡು, ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದು ಉತ್ತಮ ಭವಿಷ್ಯ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇನೆ. ಈ ನಮ್ಮ ಉದ್ದೇಶ ಸಾಕಾರಗೊಂಡು, ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಫಲಿತಾಂಶ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿಶ್ವಾಸವಿದೆ.

ಎಂ ಶಂಕರನ್

ನಿರ್ದೇಶಕರು

ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ

ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಲಿ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ

ಪ್ರಿಯ ಓದುಗರೇ,

ಇಸ್ರೊ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರವು (ಯುಆರ್‌ಎಸ್‌ಸಿ) 2022ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸುವರ್ಣ ಮಹೋತ್ಸವವನ್ನು ಆಚರಿಸುತ್ತಾ ಯುಆರ್‌ಎಸ್‌ಸಿಯ ಕರ್ನಾಟಕ ರಾಜ್ಯೋತ್ಸವ ಸಮಿತಿಯು, "ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ" ಎಂಬ ಕನ್ನಡ ಪುಸ್ತಕ ಸರಣಿಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ವಿಜ್ಞಾನ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನ, ಮುಂತಾದ ಹಲವು ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಶಾಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ, ಸರಳ ಕನ್ನಡ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಯೋಜನೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯದು. ಇವುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಬರೆಯುತ್ತಿರುವುದು ಇದರ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಶೇಷ. 2023ರ ರಾಜ್ಯೋತ್ಸವ ಆಚರಣೆಯ ಭಾಗವಾಗಿ, ಈ ಸರಣಿಯ ಎರಡನೆಯ ಕಂತಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಇದೀಗ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದಿವೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನ ಆವೃತ್ತಿಯನ್ನು ನಮ್ಮ ಅಂತರ್ಜಾಲ ತಾಣದ ಮೂಲಕ ಉಚಿತವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಮಕ್ಕಳಿಗೂ ತಲುಪಿಸುವ ಗುರಿ ನಮ್ಮದು.

ಈ ಯೋಜನೆಯ ಮುಖ್ಯ ರೂವಾರಿಯಾದ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ. ಎಂ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಸಮಿತಿಯು ಆಭಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಈ ಸರಣಿಯ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ, ಸೂಕ್ತ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದ ಶ್ರೀ ಹೆಚ್ ಎನ್ ಸುರೇಶ್ ಕುಮಾರ್ ಅವರಿಗೆ ನಮ್ಮ ಹೃದಯಪೂರ್ವಕ ಧನ್ಯವಾದಗಳು. ಇಂತಹ ಕಠಿಣ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಸರಳಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ, ಬರೆಯುವುದು ದೊಡ್ಡ ಸವಾಲೇ ಸರಿ. ಈ ಸವಾಲನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ, ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳ ನಡುವೆ ಬಿಡುವು ಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಬರೆದು, ಸೂಕ್ತ ಸಮಯಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ತಲುಪಿಸಿದ ಎಲ್ಲಾ ಲೇಖಕರಿಗೂ ನಾವು ಕೃತಜ್ಞರಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರತರಲು ಸಹಕರಿಸಿದ ನಮ್ಮ ಕೇಂದ್ರದ ಎಲ್ಲಾ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೂ ಕೃತಜ್ಞತೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ.

ಇವುಗಳನ್ನು ಓದಿ, ನಿಮ್ಮ ಸಲಹೆ ಮತ್ತು ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಯ ಮುಂದಿನ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಉತ್ತಮಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ

ಅಧ್ಯಕ್ಷರು

ಲೇಖಕರ ಮಾತು

ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡುವಾಗ ಅತಿ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಎದುರಾಗುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬದು. ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಅವುಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣವು ವಿವಿಧ ಆಯಾಮಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಬಹುತೇಕ ಆಸಕ್ತ ಮಕ್ಕಳು ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅರಿವು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಿಮೆಯೆಂದೇ ಹೇಳಬೇಕು. ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ನಾನು 30 ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿರುವ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಕುರಿತು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳ ಒಂದು ಸಮಗ್ರ ಚಿತ್ರಣವನ್ನು ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ನೀಡುವುದು ಈ ಕಿರುಪುಸ್ತಕದ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿದೆ.

ವಿಷಯವನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವ ಹಲವಾರು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ/ಬದಲಾಯಿಸಿ ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸುವುದು ಸಮಯವನ್ನು ಬೇಡುವ ಕೆಲಸ. ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಮುಗಿಸಿದ್ದು ಸಮಾಧಾನವನ್ನು ತಂದಿದೆ. ಈ ಅವಕಾಶಕ್ಕಾಗಿ ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದ

ನಿರ್ದೇಶಕರಾದ ಶ್ರೀ ಎಮ್ ಶಂಕರನ್ ಅವರಿಗೆ ಆಭಾರಿಯಾಗಿದ್ದೇನೆ.

ಚಿಕ್ಕಂದಿನಿಂದ ನನ್ನಲ್ಲಿ ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸವನ್ನು ತುಂಬಿರುವ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳನ್ನು, ಪ್ರೀತಿಯಿಂದ ಆದರಿಸಿರುವ ಸೋದರ ಸೋದರಿಯರನ್ನು, ನನಗೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಲಹೆಗಳನ್ನೂ ನೀಡಿ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸಿರುವ ನನ್ನ ಪತಿಯನ್ನು, ಮಮತೆಯ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಹಾಗೂ ನನ್ನೊಡನೆ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿರುವ ಎಲ್ಲ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳನ್ನು ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ನೆನೆಸಿಕೊಂಡು ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಅರ್ಪಿಸುತ್ತೇನೆ.

ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್

ಪರಿವಿಡಿ

1. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ 05
2. ಉಡಾವಣೆ ಮತ್ತು ಆರಂಭಿಕ ಕಕ್ಷೆಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು 11
3. ಅಂತರಿಕ್ಷ ಹವಾಮಾನ 16
4. ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನ 17
5. ಟಿಟಿಸಿ ಕಾರ್ಯಗಳು 20
6. ಸಂದೇಶ ಪ್ರೇಷಣೆ 23
7. ಆಂಟೆನಾದ ಉಪಯುಕ್ತತೆ 25
8. ಉಪಗ್ರಹದ ಟ್ರಾಕಿಂಗ್ (ಗತಿ ವೀಕ್ಷಣೆ) 31
9. ರೇಂಜಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಕಕ್ಷೆಯ ನಿರ್ಧಾರ 34
10. ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು 35
11. ಉಪಗ್ರಹದ ಗ್ರಹಣ ಮತ್ತು ವಿಶೇಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ 38
12. ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳ ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆ 42
13. ಭೂಕೇಂದ್ರದ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು 46
14. ಇನ್ ಆರ್ಬಿಟ್ ಪರೀಕ್ಷೆ 47
15. ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವಿದಾಯ 50

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಉಪಯುಕ್ತ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕಾರ್ಯದ ಅವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ದೂರಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಅಂತರ್ ಗ್ರಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮುಂತಾದ ಮುಖ್ಯ ವಿಧವಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಾವು ಹೆಸರಿಸಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದೂರಸಂವೇದೀ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 400ಕಿ.ಮೀ. ರಿಂದ 1000ಕಿ.ಮೀ. ಗಳವರೆಗಿನ ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಪರಿಭ್ರಮಿಸುತ್ತಾ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು 36000ಕಿ.ಮೀ. ದೂರದಲ್ಲಿ, ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುವ ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಕ್ಷೆಯ ವಿಶೇಷತೆಯೇನು? ಅದರ ಅವಶ್ಯಕತೆಯೇನು? ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಯಾವ ರೀತಿಯ

ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ? ಎದುರಿಸುವ ತೊಡಕುಗಳು ಏನು?

ಅವುಗಳನ್ನು ತೊಡಕುಗಳಿಂದ ಕಾಪಾಡಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಅವುಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ? ಎಂಬುದರ ಬಗೆಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾದ ವಿವರಗಳನ್ನು ಈ ಕಿರುಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನೀಡಲಾಗಿದೆ.

ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶ

ಆಕಾಶ್ ಮತ್ತು ಅದಿತಿ ಅಂದು ಬಹಳ ಉತ್ಸಾಹದಲ್ಲಿದ್ದರು. ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಹಪಾಠಿಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹದ ಮುಖ್ಯ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ನೋಡಲು ಬಂದಿದ್ದರು. ಇನ್ನೂ ಆವರಣದ ಒಳಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಮೊದಲೇ ಆಕಾಶಕ್ಕೆ ಮುಖಮಾಡಿ ನಿಂತಿದ್ದ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಅವರ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬಿದ್ದಿತ್ತು. ಸುತ್ತಲೂ ಕಟ್ಟಿದ್ದ ಎತ್ತರದ ಆವರಣ ಗೋಡೆಯನ್ನೂ ಮೀರಿ ಅವು ದೂರದಿಂದಲೇ ಗೋಚರಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ಅವುಗಳ ಬಗೆಗಿನ ಅವರ ಕುತೂಹಲ ಇಮ್ಮಡಿಯಾಗಿತ್ತು.

ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಆಕಾಶದಿಂದ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದರಿಂದ ಅವರ ಮನದಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಹಲವು ಸಂದೇಹಗಳು ಹೆಡೆಯೆತ್ತಿ ನಿಂತಿದ್ದವು. ಉತ್ತರವನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಅವರು ತವಕಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಿ. ಐ. ಎಸ್. ಎಫ್. ಸುರಕ್ಷಾದಳದವರು ಎಲ್ಲರ ಪಾಸ್ ಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ಒಳಗೆ ಬಿಟ್ಟಮೇಲೆ ಎಲ್ಲರೂ ವಿಶಾಲವಾದ ಒಳಾಂಗಣವನ್ನು ತಲುಪಿದರು. ಓರ್ವ ಇಂಜಿನಿಯರ್, ಅವರಿಗೆ ಕೇಂದ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ವಿವರಿಸಲು ಬಂದರು. ಅವರಿಗೆ ಮಕ್ಕಳು ಕೇಳಿದ ಮೊದಲ ಪ್ರಶ್ನೆಯೇ ಹೀಗಿತ್ತು. ಸರ್, ನಾವೆಲ್ಲಾ ಭಾರತೀಯರೇ, ಆದರೂ ಯಾಕೆ ಎಲ್ಲರನ್ನೂ ಇಷ್ಟೊಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಒಳಗೆ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ?

ಈ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತ ಹಾಗೂ ಅಮೂಲ್ಯ ಸ್ವತ್ತಾಗಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತೇವೆ. ಅದರಿಂದ ಈ ಕೇಂದ್ರದ ಸುರಕ್ಷತೆ ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ಕಾರಣದಿಂದಲೂ ಹಾನಿಯಾಗಬಾರದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಸುರಕ್ಷಾ ತಪಾಸಣೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಏಕೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕು? ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ ಸಾಲದೇ?

ಇದಕ್ಕೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಉತ್ತರಕೊಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಬನ್ನಿ ಎಲ್ಲ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಸಿಕೊಡುತ್ತೇನೆ.

ನಿಮಗೆಲ್ಲಾ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಾವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುವಂತೆ ಹಾರಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತೇವೆ. ಅವುಗಳ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಆಧರಿಸಿ ಅವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಬೇಕು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ದೂರ ಸಂವೇದಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಗೆ ಹತ್ತಿರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು 400 ರಿಂದ 1000ಕಿಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಕಲೆಹಾಕಿ ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸುತ್ತವೆ. ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು 36000ಕಿಮೀ ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

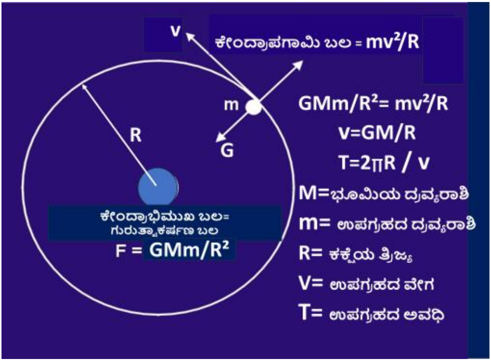
ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಏಕೆ ಆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದೂರದಲ್ಲಿಯೇ ಸುತ್ತಬೇಕು?

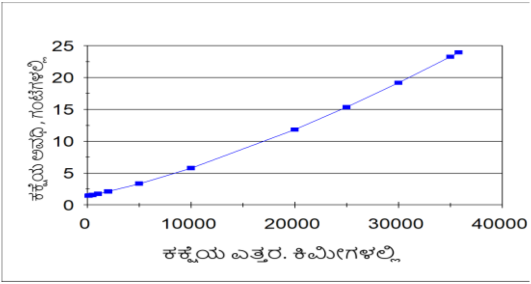
1. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ

ಆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ 35786 ಕಿ.ಮೀ. ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ, ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ನಮಗೆ ಅದು ಒಂದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಅದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ?

ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಇರಬೇಕೆಂದರೆ ಅದರ ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಬಲವು (ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಹೊರತಳ್ಳುವ ಬಲ) ಕೇಂದ್ರಾಭಿಗಾಮಿ ಬಲಕ್ಕೆ (ಕೇಂದ್ರದೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆಯುವ ಬಲ) ಅಂದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 1) ಈ ನಿಯಮದಂತೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುವ ವೇಗ ಹತ್ತಿರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚೂ, ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಅವುಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ ಹತ್ತಿರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯೂ, ದೂರ ದೂರದ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯ



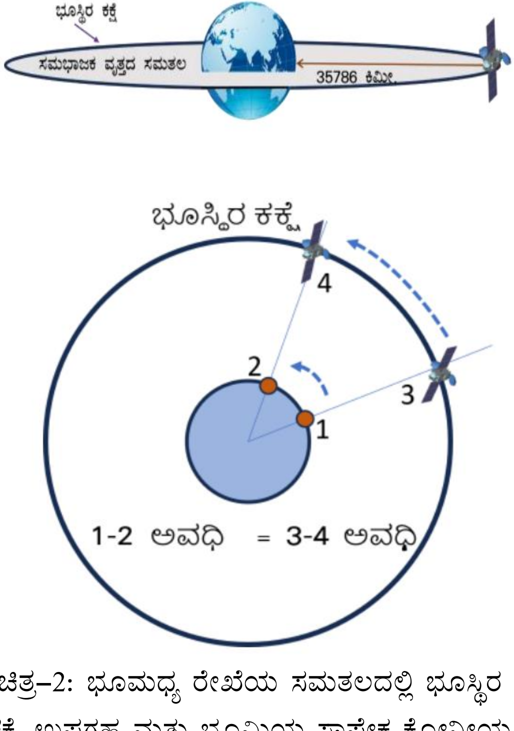


ಚಿತ್ರ–1: ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯ ಎತ್ತರದೊಂದಿಗೆ ಅವಧಿಯ ಸಂಬಂಧ

ಸಮತಲದಲ್ಲಿ 35786ಕಿ.ಮೀ. ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಒಂದು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಒಂದು ಸುತ್ತು ಬರಲು ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ದಿನದಷ್ಟೇ ಸಮಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನಿಮಗೆಲ್ಲ ಗೊತ್ತಿರುವ ಹಾಗೆ ಭೂಮಿಯೂ ಸಹ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಸುತ್ತು ಸುತ್ತಲು ಒಂದು ದಿನ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನ ವೇಗ
=0.436ಕಿಮೀ/ಸೆಕೆಂಡ್
ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹದ ವೇಗ
=3.054ಕಿಮೀ/ಸೆಕೆಂಡ್
ಭೂಮಿ ಹಾಗೂ ಭೂಸ್ಥಿರಕಕ್ಷೆಯ ಕೋನೀಯ ವೇಗ
= 0.0417ಡಿಗ್ರಿ/ಸೆಕೆಂಡ್

ಭೂಮಿ ಹಾಗೂ ಉಪಗ್ರಹದ ವೇಗಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರದಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಕೋನೀಯ ವೇಗ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅವೆರಡರ ನಡುವಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಕೋನೀಯವೇಗವು ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 2). ಆದ್ದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹವು 35786 ಕಿ.ಮೀ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಒಂದು

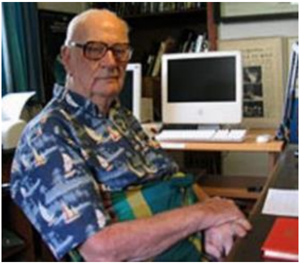


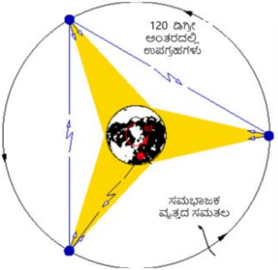
ಚಿತ್ರ–2: ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆ. ಉಪಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಕೋನೀಯ ವೇಗ =0

ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 3.054ಕಿಮೀ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ನಮಗೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ.

1937ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ಆರ್ಥರ್ ಸಿ ಕ್ಲಾರ್ಕ್ (ಚಿತ್ರ 3) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು, ಇಂತಹ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ 3 ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು 120 ಡಿಗ್ರೀಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಇಡುವುದರಿಂದ ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಬಹುದೆಂದು ತಮ್ಮ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಥೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದರು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಕ್ಲಾರ್ಕ ಕಕ್ಷೆ ಎಂದೂ ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಮುಂದೆ ಇಂತಹ ಮೊದಲ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಉಪಗ್ರಹ ಸಿಂಕಾಮ್ 3 ಯನ್ನು ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶವು1963 ರಲ್ಲಿ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಿತು. ಭಾರತದ ಇಸ್ರೊ ಕೂಡ ಇಂತಹ ಅನೇಕ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಿದೆ. ಈ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಭೂ ಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಿಂದ ಸುಮಾರು 36000ಕಿ.ಮೀ. ದೂರದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ಭೂ ಮೇಳವಿಕ ಕಕ್ಷೆಗಳು ಭೂಮಧ್ಯ ರೇಖೆಯ ಸಮತಲದಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಓರೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೂ ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ದಿನದ ಅವಧಿಯನ್ನೇ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.





ಚಿತ್ರ–3: ಆರ್ಥರ್ ಸಿ ಕ್ಲಾರ್ಕ್,
ಮೂರು ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ.

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಉಡಾವಣಾ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಹಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆಯಲ್ಲವೇ? ಅದು ನೇರವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಇರಿಸುತ್ತದೆಯೇ?

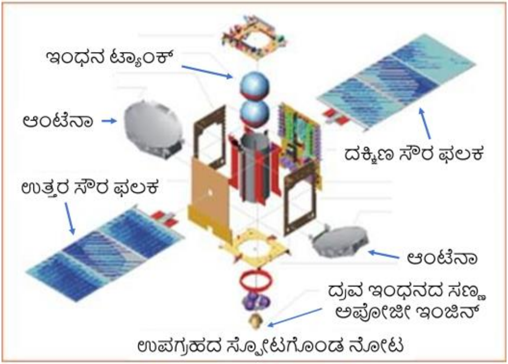
2. ಉಡಾವಣೆ ಮತ್ತು ಆರಂಭಿಕ ಕಕ್ಷೆಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು

ಉಡಾವಣಾ ವಾಹನವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಒಂದು ಅಂಡಾಕಾರದ (ಎಲಿಪ್ಟಿಕ್) ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹವು ಉಡಾವಣಾವಾಹನದಿಂದ ಸುಮಾರು 200ಕಿಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಮೇಲೆ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೆ ಒಳಪಡುತ್ತದೆ. ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ಬಿಂದು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು 200ಕಿಮೀ ಅಂತರದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಅತಿ ದೂರದ ಬಿಂದು ಸುಮಾರು 36000ಕಿಮೀ ಅಂತರದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ ಪೆರಿಜೀ ಮತ್ತು ಅಪೋಜೀ ಬಿಂದುಗಳೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಕೊನೆಗೆ 35786ಕಿಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಗೋಲಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಾಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷೆಯು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಭೂಮಿಯ ವಿರುದ್ಧಮುಖದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಸಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಭೂಮಿಯ ಇತರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಶೇಷವಾದ ರೀತಿಯ ಡಾಟಾ ಲಿಂಕ್ ಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೇಶದ ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳೊಡನೆ

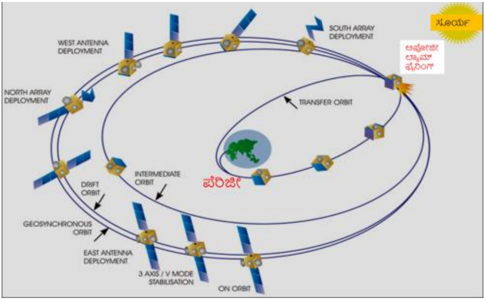
ಒಪ್ಪಂದದೊಂದಿಗೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹ ದಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ ಇಂಧನ ಬಳಸುವ ಸಣ್ಣ ಇಂಜಿನ್ನನ್ನು (Liquid Apogee Motor) (ಚಿತ್ರ 4) ಕಕ್ಷೆಯ ಅತಿದೂರದ ಬಿಂದುವಾದ ಅಪೋಜಿಯಲ್ಲಿ ಉರಿಸಿ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಏರಿಸುತ್ತಾ ಕೊನೆಗೆ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಗೋಲಾಕಾರವಾದ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನಿಗದಿತ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 5).

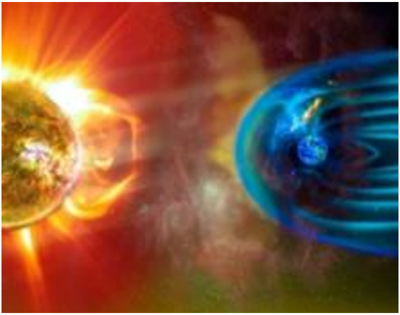
ಸರಿ, ಈಗ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಏಕೆ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದು ಹೇಳಿ.

ಒಂದು ಉಪಗ್ರಹವು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಕಕ್ಷಾ ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಇಂಧನ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಭೂಕೇಂದ್ರದೊಂದಿಗಿನ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಉಷ್ಣತಾ ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಮುಂತಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಹೆಸರಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಸೌರಫಲಕದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಇಂಧನ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಇಂಧನವನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣ ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು, ಉಪಗ್ರಹವು ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧಾರಿತ ಉಷ್ಣತೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇನ್ನು



ಚಿತ್ರ–4: ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ಹಾಗೂ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹದ ವಿಸ್ತೃತ ನೋಟ





ಚಿತ್ರ 5: ಉಡಾವಣೆಯ ನಂತರ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸೇರಲು ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಹಾಗೂ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಹವಾಮಾನ

ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಸಂವೇದಕಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಚೋದಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಗಣಕಯಂತ್ರವು ಉಪಗ್ರಹದ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದು, ಕಕ್ಷೆ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದು ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂತೆಯೇ ಈ ಎಲ್ಲ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡು ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಯವುಂಟಾದಾಗ ಅದನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ ಸಾಲದು. ಉಪಗ್ರಹದ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅದು ಆ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅದಕ್ಕೆ ಕಳಿಸುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಕಳಿಸಲ್ಪಡುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಕಳಿಸುವ ಆಂಟೆನಾಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯು ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ನಿರ್ಧಾರಿತ ಸ್ಥಾನದ ಕಡೆಗೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅದರ ಸೌರಫಲಕಗಳು ಸೂರ್ಯನೆಡೆಗೆ ನೋಡುತ್ತಾ ಸತತವಾಗಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಅತಿರೇಕವಾದ ಉಷ್ಣತಾ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅಷ್ಟು ದೂರಕ್ಕೆ ಕಳಸಿ ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ಕಾಪಾಡುತ್ತಾ, ಅದನ್ನು ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಹವಾಮಾನದಿಂದ ರಕ್ಷಿಸುತ್ತಾ, ಅದು ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವಂತೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದು ಒಂದು ಸಂಕೀರ್ಣಾದ್ಭುತವೇ ಸರಿ.

ಏಕೆ? ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಹವಾಮಾನ ಅಷ್ಟೊಂದು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೇ?

3. ಅಂತರಿಕ್ಷ ಹವಾಮಾನ

ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಹಾಗೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾತಾವರಣದ ಕವಚ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶವಾಗಿದೆ. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಬರುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಕಾಂತೀಯ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನೂ, ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಉಪಗ್ರಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ ವಿದ್ಯುದಾವೇಶ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಂಟಾಗಿ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನೀಯ ಭಾಗದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. (ಸಿಂಗಲ್ ಇವೆಂಟ್ ಅಪ್ಸೆಟ್). ಉಪಗ್ರಹದ ಭಿನ್ನ ಭಿನ್ನ ಮುಖಗಳು, ಭಿನ್ನ ಭಿನ್ನ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನೆಡೆ ನೋಡುತ್ತಿರುವ ಮುಖದಲ್ಲಿ 150 ಡಿಗ್ರೀ

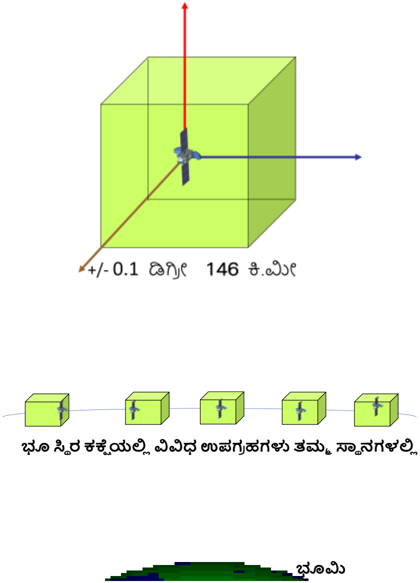
ಉಷ್ಣಾಂಶವಿದ್ದರೆ ಅದರ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಮುಖದಲ್ಲಿ –150 ಡಿಗ್ರೀ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿರಬಹುದು. ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನೀಯ ಸರ್ಕೀಟುಗಳು ಈ ಎಲ್ಲ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನಿರ್ವಾತವಿರುವುದರಿಂದ ಉಷ್ಣತೆಯ ಪ್ರವಾಹವೂ ಕೂಡ ವಹನ(Conduction) ಮತ್ತು ಸಂವಹನಗಳಿಂದ (Convection) ಉಂಟಾಗದೆ ಕೇವಲ ಉಷ್ಣ ಹೊರಸೂಸುವಿಕೆಯಿಂದ (Radiation) ಉಂಟಾ ಗುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಹವಾಮಾನವು ಭೂಮಿಯ ಹವಾಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳವಾಗಿ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದರೂ ಇರಿಸಬಹುದೇ?

4. ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನ

ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವುದು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದರಲ್ಲೇ. ಆದ್ದರಿಂದ ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಕಕ್ಷೆಯಾಗಿದೆ. ಇದೊಂದೇ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಜಗತ್ತಿನ ಎಲ್ಲ ದೇಶಗಳೂ ತಮ್ಮ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಿರುವುದರಿಂದ

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲು ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳಿವೆ. ಯಾವ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಬೇಕೆಂದು ಐಟಿಯು (ಇಂಟರ್ ನ್ಯಾಶನಲ್ ಟೆಲೆಕಾಮ್ ಯುನಿಟ್) ನಿಂದ ಮೊದಲೇ ಪರವಾನಿಗೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅದೇ ರೇಖಾಂಶದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿ ಅದನ್ನು+/–0.1 ಡಿಗ್ರೀಯ ಘನಾಕೃತಿಯ ಒಳಗೇ ಇರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. (ಚಿತ್ರ 6). 35786ಕಿಮೀ ದೂರದಲ್ಲಿ +/–0.1 ಡಿಗ್ರೀಯ ಘನಾಕೃತಿಯ ಭುಜದ ಮಾಪನ ಸುಮಾರು 146ಕಿ.ಮೀ. ಈ ಘನಾಕೃತಿಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದ ಮನೆ /ಸ್ಥಾನವೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಈ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನೀಡಬೇಕಾದರೆ ಉಪಗ್ರಹ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಆವರ್ತನ ಬ್ಯಾಂಡ್ ಯಾವುದು ಎಂದು ಮುಖ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಆವರ್ತನ ಬ್ಯಾಂಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಕಡಿಮೆಯೆಂದರೆ 2 ಡಿಗ್ರೀಗಳ ಅಂತರ ವಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತನ ಬ್ಯಾಂಡ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು 0.1 ಡಿಗ್ರೀ ಅಂತರದಲ್ಲಿಯೂ ಇರಿಸಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿವೆ. ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ಆಂಟೆನಾ ಗಳನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ದೊಂದಿಗಿನ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ ಎನ್ನುವುದೂ ಕೂಡ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು



ಚಿತ್ರ 6: ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನದ ಮಿತಿ; ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಉಪಗ್ರಹಗಳು

ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ (2023) ಸುಮಾರು 580 ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆ. ಅಂತೆಯೇ ಯಾವುದೇ ಕಾರಣಕ್ಕೂ ಸಹ ಉಪಗ್ರಹ, ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದ ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಹೊರಗೆ ಇತರ ಉಪಗ್ರಹದ ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಬಾರದು. ಅದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಜವಾಬ್ದಾರಿ.

ಈ ಎಲ್ಲಾ ಜವಾಬ್ದಾರಿಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಾರೆ?

5. ಟಿಟಿಸಿ ಕಾರ್ಯಗಳು

ಈ ಎಲ್ಲ ಜವಾಬ್ದಾರಿಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಹಲವಾರು ಮಾಹಿತಿಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇರುತ್ತದೆ.

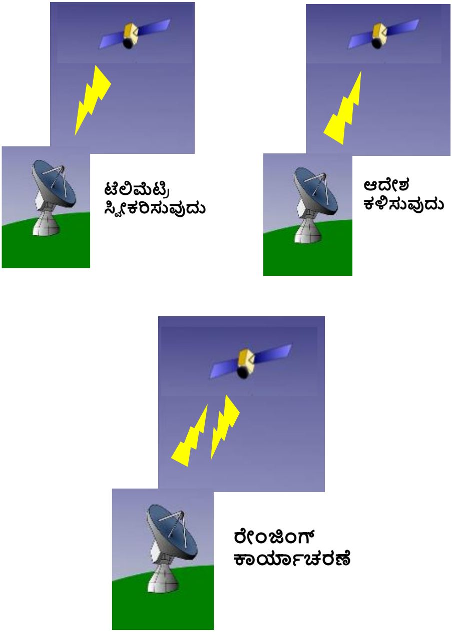
- ಉಪಗ್ರಹದ ಎಲ್ಲ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಆರೋಗ್ಯದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು.
- ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದ ಪರಿಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು
- ಉಪಗ್ರಹದ ಆರೋಗ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಅದು ಭೂಮಿಯತ್ತ ನೋಡುವ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ

ಬದಲಾವಣೆ ಕಂಡುಬಂದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ಆದೇಶ (ಕಮ್ಯಾಂಡ್)ಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಿ ಅದನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸುವುದು

ಈ ಮೂರು ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಟಿ ಟಿ ಸಿ ಆಪರೇಶನ್ಸ (telemetry, tracking ಮತ್ತು command ಕಾರ್ಯಗಳು) ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 7). ಯಾವುದೇ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಈ ಮೂರು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾದವು. ಈ ಮೂರೂ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗಾಗಿ, ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹದ ನಡುವೆ ನಿರಂತರವಾದ ಸಂವಹನಕ್ರಿಯೆಯು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಅಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಉಪಗ್ರಹದ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಸಂವಹನವನ್ನು ಯಾವ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ?

ಇದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವುದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ರೇಡಿಯೇಶನ್ಸ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ವಿಕರಣಗಳು. ಈ ವಿಕಿರಣಗಳು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಉಪಗ್ರಹದ ಜೊತೆಯ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಿ ಬ್ಯಾಂಡ್ (6/4 ಗಿಗಾ ಹರ್ಟ್ಸ್) ಎಸ್ ಬ್ಯಾಂಡ್ (2 ರಿಂದ 3 ಗಿಗಾ ಹರ್ಟ್ಸ್) ಅಥವಾ ಕೆಯು ಬ್ಯಾಂಡ್ (10 ರಿಂದ 14 ಗಿಗಾ ಹರ್ಟ್ಸ್), ಆವರ್ತನದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ತರಂಗಗಳನ್ನು



ಚಿತ್ರ 7: ಟಿ ಟಿ ಸಿ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು–ಟೆಲಿಮೆಟ್ರಿ , ಟ್ರಾಕಿಂಗ್ / ರೇಂಜಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಕಮಾಂಡಿಂಗ್

ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಲು ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಲು ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಮೇಲ್ಮುಖ ಕೊಡೆಯಾಕಾರದ ಆಂಟೆನಾಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.

ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಕಳಿಸುತ್ತಾರೆ?

6. ಸಂದೇಶ ಪ್ರೇಷಣೆ

ಮೊದಲು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಬೇಕಾದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಒಂದು ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧಾರಿತ ರೂಪದ ಸಂದೇಶವನ್ನಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನೀಯ ಸಂದೇಶವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹದವರೆಗೆ ತಲುಪಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಮೂಲಕ ಕಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಾವು ಪಕ್ಕದ ಮನೆಗೋ, ಮನೆಯ ಹತ್ತಿರದ ಅಂಗಡಿಗೋ ಹೋಗುವಾಗ ನಡೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ದೂರ ದೂರ ಹೋಗುವಾಗ, ಬೇರೆ ಊರಿಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ನಡೆದುಕೊಂಡು ತಲುಪಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೇ? ತುಂಬಾ ದಣಿವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗಿ ಗುರಿ ತಲುಪಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಾರದು. ಆಗ ಬಸ್ಸು, ಕಾರು, ರೈಲುಗಳ ಸಹಾಯವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು

ದೂರದ ಸ್ಥಳಗಳಿಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ವಿಮಾನಗಳನ್ನೂ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ. ಅಂತೆಯೇ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಲೂ ಸಹ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಾಧ್ಯಮಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಎರಡು ಉಪಕರಣಗಳ ನಡುವೆ ಅಥವಾ ಹಲವಾರು ಮೀಟರುಗಳವರೆಗಿನ ದೂರದವರೆಗೆ ಕೇಬಲ್ ಗಳ ಮೂಲಕ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರಗಳಿಗೆ ಈ ಮಾಧ್ಯಮದ ಬಳಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಬಲು ದೂರದವರೆಗಿನ ದಾರಿಯನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತನದ ಅಲೆಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ನಮಗೆ ಕಳಿಸ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ವಿವಿಧ ಗುಣಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ರೀತಿ ಅವುಗಳ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮಾಡ್ಯುಲೇಶನ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

7. ಆಂಟೆನಾದ ಉಪಯುಕ್ತತೆ

ಈ ರೀತಿ ಬದಲಾವಣೆಗೊಂಡ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಕೇಬಲ್ ಅಥವಾ ವಾಹಕ ತಂತಿಗಳ ಬದಲಾಗಿ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಾಗಿ ಸಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬಳಸುವುದು ಆಂಟೆನ್ನಾಗಳನ್ನು. ಈ ತರಂಗಗಳು ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ತಲುಪಿದ ನಂತರ, ಬದಲಾವಣೆ ಗೊಂಡಿರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿ ಮೂಲ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಡಿಮಾಡ್ಯುಲೇಶನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಸಂದೇಶದಿಂದ ದೊರಕಿದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ತನ್ನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿಕೊಂಡು ಆ ಆದೇಶದಲ್ಲಿ ಇರುವಂತೆಯೇ, ತಾನು ಆರೋಗ್ಯವಾಗಿರಲು ಬೇಕಾದ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಉಪಕರಣವು 10 ಡಿಗ್ರೀ ಉಷ್ಣಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಮತ್ತು 30 ಡಿಗ್ರೀ ಉಷ್ಣಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಇದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಟಲೆಮೆಟ್ರಿಯ ಮಾಹಿತಿಯಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಅದರ ಉಷ್ಣಾಂಶವು 9 ಡಿಗ್ರೀ ಆಗಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ. ತಕ್ಷಣವೇ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ

ಒಂದು ಉಷ್ಣಕ (ಹೀಟರ್) ವನ್ನು ಚಾಲನೆ ಗೊಳಿಸಬೇಕಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ಮಾಡುವ ನಿಯಂತ್ರಕರು ಕಳುಹಿಸುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 8) ಆ ಸಂದೇಶವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಿದ ನಂತರ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಗಣಕಯಂತ್ರವು ಅದೇ ಉಷ್ಣಕವೇ ಕಾರ್ಯ ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವಂತೆ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಅದರ ತಾಪಮಾನವು 31 ಡಿಗ್ರೀ ಆದಾಗ ಮತ್ತೆ ಟಲೆಮೆಟ್ರಿಯ ಮೂಲಕ ತಿಳಿದುಕೊಂಡು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಉಷ್ಣಕವನ್ನು ಆರಿಸುವಂತೆ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಉಷ್ಣಕವು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಉಪಗ್ರಹದ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ನಿರಂತರ ವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾ ಅವುಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸೌರಫಲಕವು ಸೂರ್ಯನ ಕಡೆಯೇ ಸರಿಯಾಗಿ ನೋಡುತ್ತಿದೆಯೇ? ಅಥವಾ ಅದನ್ನು ಸೂರ್ಯನೆಡೆಗೆ ತಿರುಗಿಸಬೇಕೇ? ಮೊಮೆಂಟಮ್ ಚಕ್ರಗಳು ತಮ್ಮ ನಿರ್ಧಾರಿತ ವೇಗ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿವೆಯೇ? ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯ ಕಡೆ ನೋಡುತ್ತಿರುವ ದೃಷ್ಟಿಕೋನದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿವೆಯೇ? ಅದನ್ನು ಸರಿ ಪಡಿಸಬೇಕೇ? ಬ್ಯಾಟರಿಯಿಂದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜನೆ (ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ)

ಚಿತ್ರ–8 ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೊಠಡಿ, ಭೂಕೇಂದ್ರದೊಂದಿಗೆ ಆಂಟೆನಾಗಳು

ಆಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದೆಯೇ? ಇಂಧನದ ಟ್ಯಾಂಕ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಒತ್ತಡ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಿದೆಯೇ? ಗಣಕ ಯಂತ್ರವು ಸರಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದೆಯೇ? ಮುಂತಾದ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಅವುಗಳ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಏನು ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಆದೇಶಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಆಂಟೆನಾದಿಂದ ಬಿತ್ತರಗೊಂಡ ಆದೇಶವು ಅದೇ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಹೇಗೆ ತಲುಪುತ್ತದೆ? ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ತಲುಪುವುದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಹೇಗೆ ನಿಶ್ಚಿತ?

ಆಂಟೆನಾಗಳು ತಾವು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕೋನವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಕಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಅದರಿಂದ ಕಳಿಸಲ್ಪಡುವ ತರಂಗಗಳ ಬಲವು ಅತ್ಯುತ್ಕೃಷ್ಟ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಕೋನಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಲ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷೀಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದ ಕಡೆಗೆ ನಿಖರವಾಗಿ, ನೇರವಾಗಿ ನೋಡುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆದೇಶವು ಅದೇ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೇ ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಷಯವಿದೆ. ಆದೇಶಗಳನ್ನು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ರೀತಿಯಿಂದ ಗೂಢಲಿಪೀಕರಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ (Encrypt). ಆದ್ದರಿಂದ ತರಂಗಗಳು ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಿದರೂ

ಕೂಡ ಆ ಉಪಗ್ರಹವು ಅವುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದು ವೇಳೆ ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಕಡೆಗೆ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಿದರೆ ಆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಆಂಟೆನಾಗಳು ತಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಉಪಯುಕ್ತ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವ ಕ್ಷಮತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ಅಡಚಣೆ ಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಮಾಡುವುದು ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಒಪ್ಪಂದದ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಯಾವುದೇ ಆದೇಶವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಬೇಕಾದರೂ ಅದು ಸರಿಯಾದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನೇ ತಲುಪುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ವಿಶೇಷವಾದ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯನ್ನು ವಹಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಆಂಟೆನಾಗಳು ತಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನೇ ನೋಡಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ?

8. ಉಪಗ್ರಹದ ಟ್ರಾಕಿಂಗ್ (ಗತಿವೀಕ್ಷಣೆ):

ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ಇರುವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ನಿಗದಿತ ತರಂಗಾಂತರದ ಬೀಕನ್ ತರಂಗಗಳನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಉಪಗ್ರಹ ಇರಬಹುದಾದ ಅಕ್ಷಾಂಶ ರೇಖಾಂಶಗಳು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಆ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ ಬೀಕನ್

ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳ ಬಲ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ದೊರಕುವ ಹಾಗೆ ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ನಡೆ ಗಳ ಮೂಲಕ ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಸ್ವೀಕರಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೀಕನ್ನಿನ ಶಕ್ತಿ ಅತ್ಯುನ್ನತವಾಗಿ ದೊರಕಿದಾಗ ಆ ಆಂಟೆನಾ ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ನಿಖರವಾಗಿ ನೋಡುತ್ತಿದೆ ಎಂದರ್ಥ. ಒಂದು ಬಾರಿ ಬೀಕನ್ನಿನ ಸಂಕೇತಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡ ಮೇಲೆ ಆ ಆಂಟೆನಾವು ಉಪಗ್ರಹದ ಚಲನೆಯನ್ನೇ ಹಿಂಬಾಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದನ್ನು ಟ್ರಾಕಿಂಗ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ ಈ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಬೃಹದಾಕಾರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸುಮಾರು 3000ಕೆಜಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಬೃಹದಾಕಾರದ ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ನಿಖರವಾಗಿ ನೋಡುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಅದನ್ನು 0.01 ಡಿಗ್ರೀ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಾಯಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆಂಟೆನಾವು 0.1 ಡಿಗ್ರೀ ಯಷ್ಟು ಬೇರೆಡೆಗೆ ನೋಡಿದರೂ ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ದೊರಕುತ್ತಿರುವ ಸಂಕೇತದ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಇಂತಹ ಆಂಟೆನಾ ಗಳು ಸ್ಥೂಲತೆ ಹಾಗೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಗಳ ಅಪೂರ್ವ ಸಂಗಮ ಎನ್ನಬಹುದು. ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಈ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಬಹು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಚಲನಾಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹಾಗೂ ಅಗಾಧವಾದ ಸ್ಥಿರತೆಯನ್ನು

ಹೊಂದಿರಬೇಕಾದ ಅತಿ ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಾಗಿವೆ. ಈ ಆಂಟೆನಾಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಇವುಗಳನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದೂ ಕೂಡ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಒಂದು ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಹಾಗೂ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ನಿಗದಿತಗೊಳಿಸಲಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಉಪಗ್ರಹವು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಕಕ್ಷೆಯ ಯಾವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ನಿಖರವಾಗಿ ಹೇಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ?

9. ರೇಂಜಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಕಕ್ಷೆಯ ನಿರ್ಧಾರ

ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಖರವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ರಾಡಾರ್ ತಂತ್ರಜ್ಞಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ, ರೇಂಜಿಂಗ್ ಎಂಬ ಕಾರ್ಯಾ ಚರಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ರೇಡಿಯೋ ಸಂಕೇತವನ್ನು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿ ಅದು ತಿರುಗಿ ಬರಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲವನ್ನು ಕರಾರುವಕ್ಕಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿ ಅದರ ಮೂಲಕ ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರತೆಗಾಗಿ, ಎರಡು

ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ರೇಂಜಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಖರವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಏಕೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು?

ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದ ಹಾಗೆ ಉಪಗ್ರಹವು ತನಗೆ ನೀಡಲ್ಪಟ್ಟ ಸ್ಥಾನದ +/–0.1 ಡಿಗ್ರೀಯ ಒಳಗೇ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕು. ಯಾವುದೇ ಕಾರಣಕ್ಕೂ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದ ಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವಂತಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ಅವುಗಳ ನಿಖರವಾದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯವಾದ ಕಾರ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಉಪಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನ ಬದಲಾಗುವುದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ? ಒಂದು ಸಾರಿ ಅದನ್ನು ಕಕ್ಷೆಯ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಅದು ಅಲ್ಲೇ ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲವೇ?

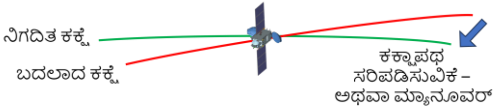
ಕಕ್ಷೆಯ ಒಂದೇ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ಉಳಿಯುವುದು ಒಂದು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವಾದ ಸ್ಥಿತಿಯಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಹೊರತಾಗಿ ಬೇರೆ ಯಾವ ಬಲವೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರದಿದ್ದರೆ ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ತನ್ನ ಸ್ವಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದುಕೊಂಡೇ ಮುಂದುವರೆಸಬಹುದು. ಆ ರೀತಿಯ ಸ್ಥಿತಿಯು ದೊರುಕುವಂತಿದ್ದರೆ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಒಂದು ಬಾರಿ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ

ಅವಶ್ಯಕ ವೇಗದೊಂದಿಗೆ ಇರಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಯಾವುದೇ ಅಡೆಚಣೆಯಿಲ್ಲದೇ ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನು ಅನಂತ ಕಾಲದವರೆಗೆ ಅದೇ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಾ ಇರಬಹುದಿತ್ತು. ಆದರೆ ನಿಜಸ್ಥಿತಿ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಉಪಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಚಂದ್ರನ ಗುರುತ್ವಾ ಕರ್ಷಣೆಗಳೂ ತಮ್ಮ ಬಲವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಉಪಗ್ರಹದ ಸೂರ್ಯಫಲಕಗಳ ಮೇಲೆ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಭೂಮಿಯು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಗೋಲವಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದೂ ಸಹ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತದೆ. ಇವೆಲ್ಲಾ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಕ್ಷೆ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು 0.9 ಡಿಗ್ರೀಯಷ್ಟು ಓರೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸದಿದ್ದರೆ ಅದು ತನ್ನ ನಿಗದಿತ ಸ್ಥಾನದ ಮಿತಿಯನ್ನು ದಾಟಿ ಸಂಚರಿಸಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ರೇಂಜಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಿಂದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧಾರ ಮಾಡುವುದು ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ.

ಉಪಗ್ರಹ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದ ಗಡಿಯನ್ನು ದಾಟಿ ಹೋದರೆ ಏನು ಮಾಡುತ್ತಾರೆ?

10. ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ

ಉಪಗ್ರಹ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದ ಗಡಿಯ ಅಂಚಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿ ಅದನ್ನು ಸ್ವಸ್ಥಾನದಲ್ಲೇ ಇರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಮಾಡುವ ಪಥ ಬದಲಾವಣೆಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಮ್ಯಾನೂವರಿಂಗ್ ಅಥವಾ ಪಥನಿರ್ದೇಶನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. (ಚಿತ್ರ 9) ಈ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ, ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯು ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಬದಲಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಎಷ್ಟು ವೇಗವನ್ನು ನೀಡಬೇಕು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿ, ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾಗಿ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ರಾಕೆಟ್ ಇಂಜಿನ್ (Thruster) ಗಳನ್ನು ಉರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು ಕ್ಲಿಷ್ಟಕರ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಾಗಿದ್ದು ವಿವಿಧ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ತಜ್ಞ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಘಟಿತ ಪ್ರಯತ್ನವು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ–9 ಕಕ್ಷಾಪಥ ಬದಲಾವಣೆ

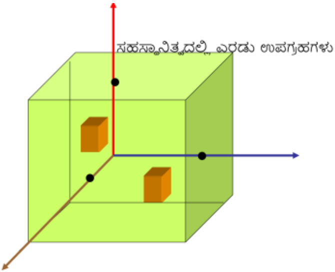
ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ಥ್ರಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಉರಿಸಬೇಕು, ಎಷ್ಟು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡುಗಳ ಕಾಲ ಉರಿಸಬೇಕು, ಎಷ್ಟು ಸಮಯಕ್ಕೆ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಬೇಕು, ಪೂರ್ವೋತ್ತರ ಆದೇಶಗಳು ಯಾವುದಿರಬೇಕು ಮುಂತಾದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಅತ್ಯಂತ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂಜಿನ್ ಗಳನ್ನು ಉರಿಸಿದಾಗ ಅದರಿಂದ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಫಲ ಸಿಗುತ್ತಿದೆಯೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನೂ ಸಹ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಇಂಧನ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಎಲ್ಲ ಭಾಗಗಳೂ ಸರಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಖಚಿತ ಪಡಿಸಿಕೊಂಡು ನಂತರ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ಇಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಉರಿಸುವಾಗ ಉಪಗ್ರಹದ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಾ ಕೇಂದ್ರದ ಬದಲಾವಣೆ, ಇಂಜಿನ್ ಗಳ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ನಿಖರತೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯ ಮುಂತಾದ ಕಾರಣಗಳಿಂದ

ಉಪಗ್ರಹವು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ನೋಡುವ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯವಾಗಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ತೊಂದರೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ರೀತಿ ಬದಲಾವಣೆಯುಂಟಾಗುತ್ತಿದೆಯೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತತ್ಕಾಲೀನವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಾ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ಸ್ವಯಂಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ಮೂಲಕ ಸೂಕ್ತ ಇಂಜಿನ್ ಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ಸಮಯದವರೆಗೆ ಉರಿಸುತ್ತಾ/ಆರಿಸುತ್ತಾ ಸರಿಪಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಆಫ್ ಮಾಡ್ಯುಲೇಶನ್ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ.

ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಬಾರಿ ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಮಾಡ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ?

ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಬಾರಿ ಈ ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಇತ್ತೀಚಿಗಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ, ಮಂಜೂರಾದ ಒಂದೊಂದು ಉಪಗ್ರಹ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲೂ 4 ರಿಂದ 8 ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕೊ–ಲೊಕೇಶನ್ ಅಥವಾ ಸಹಸ್ಥಾನಿತ್ವ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 10) ಈ ತರಹ ಒಂದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಇರಿಸುವಾಗ ಅನೇಕ

ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಉಪಯೋಗವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತನ ಬ್ಯಾಂಡ್ ಗಳಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳ ರೇಂಜಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯು ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರತೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಕಡಿಮೆ



ಚಿತ್ರ–10: ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಹಸ್ಥಾನಿತ್ವ

ಅಂತರವನ್ನಿಟ್ಟು ನಿಯಂತ್ರಿಸ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಇರಿಸುವಾಗ ಎಲ್ಲ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಒಂದೇ ದಿನದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಮ್ಯಾನೂವರ್ ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಗಣನೀಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೊಸ ಹೊಸ ಆವಿಷ್ಕಾರಗಳು ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞಾನಗಳಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು

ನಿಖರತೆಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಇಂಧನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಕೊಂಡು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನಗಳು ಕಾರ್ಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಬಂದಿವೆ.

ಇನ್ನೂ ಬೇರೆ ತರಹದ ವಿಶೇಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆಯೇ?

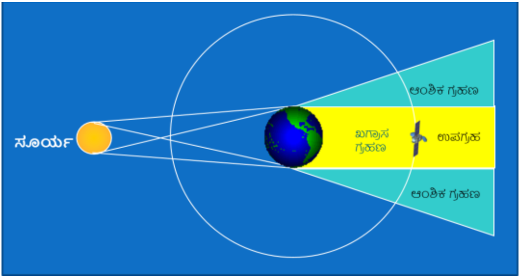
ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಣ ಉಂಟಾದಾಗ ವಿಶೇಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರಗ್ರಹಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಉಪಗ್ರಹ ಗ್ರಹಣವೆಂದರೆ ಏನು?

11. ಉಪಗ್ರಹ ಗ್ರಹಣ ಮತ್ತು ವಿಶೇಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ

ತನ್ನ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸಹಾಯಮಾಡುವ ಪ್ರಮುಖ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ ಸೂರ್ಯ. ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ, ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಾರಿ, ಸೂರ್ಯ ಹಾಗೂ ಉಪಗ್ರಹದ ನಡುವೆ ಭೂಮಿಯು ಒಂದೇ ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಬಂದು ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಸಿಗುತ್ತಿರುವ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಮರೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಉಪಗ್ರಹದ ಗ್ರಹಣ ಎನ್ನತ್ತಾರೆ.

ಗ್ರಹಣವು ಮೊದಲ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಆಂಶಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ 23ನೇ ದಿನ ಖಗ್ರಾಸ ಗ್ರಹಣವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಮತ್ತೆ 22 ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಗ್ರಹಣದ ಅಂಶವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ನಂತರ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಗ್ರಹಣಮುಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ 11) ವರ್ಷದ ಎರಡೂ ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಮಣ ಅಥವಾ ಇಕ್ವಿನೋಕ್ಸ್ ಸಮಯದಲ್ಲಿ 45 ದಿನಗಳ ಕಾಲ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಣ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ



ಚಿತ್ರ–11: ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಗ್ರಹಣ

ಉಪಗ್ರಹದ ಗ್ರಹಣವಾದರೆ ಏನು ತೊಂದರೆಯಾಗುತ್ತದೆ?

ಗ್ರಹಣದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳ (ಬ್ಯಾಟರಿಗಳ) ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು

ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಗ್ರಹಣ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳ ಮೇಲೆ ಅವಲಂಬಿತವಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗರಿಷ್ಠವೆಂದರೆ ಸುಮಾರು 72 ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಗ್ರಹಣದ ಅವಧಿಯಿರುತ್ತದೆ. ಗ್ರಹಣದ ಋತುವಿನ ಪ್ರಾರಂಭದ ಮೊದಲು, ಬ್ಯಾಟರಿಯ ದೀರ್ಘ ಆಯಸ್ಸಿಗಾಗಿ ಹಾಗೂ ಅದರ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಅದರ ಮರುಚೇತರಿಕೆಯ (Re-Conditioning) ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಮಾಡ ಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜನೆ (discharge) ಮಾಡಿ ಮತ್ತೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಮರುಪೂರಣೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಮಾಪನಾಂಕವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿದಿನವೂ ಗ್ರಹಣದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಕರೆಂಟ್ ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ ಆಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಗಮನಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪೂರ್ವಾನುಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕರೆಂಟ್ ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ ಆಗಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರೆ ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಗ್ರಹಣ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಟ್ರಾನ್ಸ್ಪಾಂಡರ್ಗಳನ್ನು ಆರಿಸ ಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಕಳೆದ ಎರಡು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಬಳಕೆದಾರರ ಸೇವೆಗೆ ಯಾವ ಅಡಚಣೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಟ್ರಾನ್ಸಪಾಂಡರುಗಳನ್ನು

ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಗ್ರಹಣ ಮುಗಿದ ನಂತರ ಎಷ್ಟು ಡಿಸ್ಚಾರ್ಜ್ ಆಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದು, ನಂತರ ಎಷ್ಟು ವೇಗವಾಗಿ ಮತ್ತು ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ಛಾರ್ಜನ್ನು ಬ್ಯಾಟರಿಗೆ ನೀಡಬೇಕು ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ಛಾರ್ಜಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬ್ಯಾಟರಿಯ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ಕಾಯ್ದು ಕೊಳ್ಳಲು ಇದು ಅತ್ಯವಶ್ಯಕವಾದ ಕಾರ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಇದಲ್ಲದೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಎಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳ ನಡುವೆ ಉಪಗ್ರಹದ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಅಪರೂಪವಾದರೂ, ಇವು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನೂ ಗಮನವನ್ನೂ ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವ ಕ್ಷಣಗಳು. ಇಂತಹ ಸಮಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಲು ಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಂತರವಷ್ಟೇ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ಒದಗಿಸುವ ಸೇವೆಯನ್ನು ಪುನರಾರಂಭಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

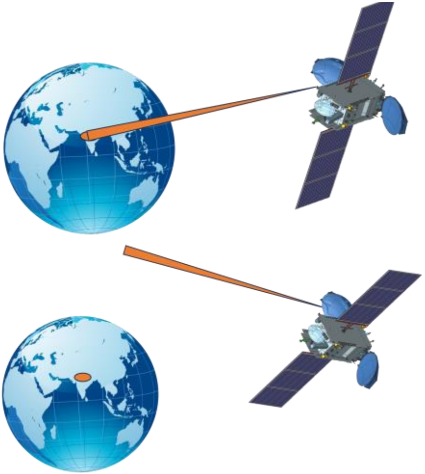
ಈ ಉಪಗ್ರಹದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಎಂದರೆ ಏನು?

12. ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಮತ್ತು ನಿರ್ವಹಣೆ

ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ಉಪಗ್ರಹದ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಎನ್ನಬಹುದು. ಉಪಗ್ರಹ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗಿನ ತನ್ನ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರೆಡೆಗೆ ತಿರುಗಿಬಿಡಬಹುದು, ಅದರ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಟ್ರಾನ್ಸಪಾಂಡರ್ ಆಫ್ ಆಗಬಹುದು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ದಿಢೀರನೆ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅದರ ಫಲದಿಂದ ಅದರ ಗಣಕ ಯಂತ್ರ ರಿಸೆಟ್ ಆಗಿಬಿಡಬಹುದು. ಈ ರೀತಿ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹವು ಎದುರಿಸುವ ಯಾವುದೇ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಎನ್ನಬಹುದು.

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಇರಿಸುವ ಏಕೈಕ ಉದ್ದೇಶ ಅವುಗಳ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಸೇವೆಯನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹದ ಆಂಟೆನಾವು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಪೂರ್ವ ನಿರ್ಧಾರಿತವಾದ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೇ ನೋಡುತ್ತಿರಬೇಕು. ಯಾವುದೇ ಕಾರಣದಿಂದ ಅದರ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೂ ಅದು ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ಅಪಾರವಾದ ತೊಂದರೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು Attitude Loss, ಅಂದರೆ

ದೃಷ್ಟಿಕೋನ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಎನ್ನಲಾಗುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ 12)



ಚಿತ್ರ–12: ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಆಕಸ್ಮಿಕ
ಉಪಗ್ರಹದ ದೃಷ್ಟಿ ಪೂರ್ವನಿರ್ಧಾರಿತ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ.
ಬೇರೆಡೆಗೆ ತಿರುಗಿದ ಉಪಗ್ರಹ – ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ಈ ರೀತಿಯಾದಾಗ ಭೂಕೇಂದ್ರದ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹದ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಕೇತ ವಿನಿಮಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯ ವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ

ಕಾರ್ಯಗಳೂ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನೀವು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ಟಿವಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಎಟಿಎಮ್ ನಿಂದ ದುಡ್ಡು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಆ ಕಾರ್ಯ ಪೂರ್ಣಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಶೇರ್ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವಹಿವಾಟು ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಸ್ಥಗಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹದ ಮೂಲಕ ನಡೆಯಲ್ಪಡುವ ದೂರವಾಣಿ ಸಂಪರ್ಕಗಳು ಕಡಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನೇ ನೆಚ್ಚಿಕೊಂಡಿರುವ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಕಾರ್ಯಗಳು ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ನಿಂತು ಹೋದಾಗ ಜನರು ಗೊಂದಲವನ್ನೂ ಅಪಾರವಾದ ನಷ್ಟವನ್ನೂ ಅನುಭವಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳು ವುದು ಮತ್ತು ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಯ ಉಂಟಾದರೂ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸುವುದು ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದ ಆದ್ಯ ಕರ್ತವ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ಹಲವಾರು ಪೂರ್ವನಿರ್ಧಾರಿತ ವಾದ ಲಿಖಿತ ಕಾರ್ಯನಿರ್ದೇಶನ ಗಳಿದ್ದರೂ ಈ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮೂಲಕಾರಣವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು, ಸರಿಯಾದ

ಕಾರ್ಯನಿರ್ದೇಶನಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವುದು, ಅದರಂತೆ ನೀಡಬೇಕಾದ ಆದೇಶಗಳನ್ನು ಯಾವುದೇ ತಪ್ಪಿಲ್ಲದೆ ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಕಳಿಸುವುದು ಎಲ್ಲವೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಕ್ಷಣಗಳು. ಇಂತಹ ಸಮಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹದ ರಕ್ಷಣೆಗೆ ಮೊದಲ ಆದ್ಯತೆಯನ್ನು ನೀಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಆದೇಶಗಳನ್ನು ತಕ್ಷಣ ನೀಡಿ ನಂತರ ತಜ್ಞರ ಸಮಾಲೋಚನೆಯೊಂದಿಗೆ ಮುಂದಿನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ ಯನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಇವೆಲ್ಲ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ನಿಯಂತ್ರಣಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ?

ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಗಣಕ ಯಂತ್ರದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಅತ್ಯವಶ್ಯಕವಾಗಿವೆ. ಆದೇಶಗಳನ್ನು ಕಳಿಸುವುದು, ಟೆಲಿಮೆಟ್ರಿ ಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವುದು ಮತ್ತು ರೇಂಜಿಂಗ್ ಕಾರ್ಯಾ ಚರಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ವಿವಿಧ ಆವರ್ತನ ಬ್ಯಾಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಿಸುವ ಉಪಕರಣಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಅವುಗಳ ಉಸ್ತುವಾರಿ ಮತ್ತು ನಿಯಂತ್ರಣಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇವೂ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು. ಉತ್ತಮ ದತ್ತಾಂಶ ವೇಗವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ತಂತ್ರಜಾಲ, ಸೈಬರ್ ಸೆಕುರಿಟಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಮ್ಯಾನೂವರ್, ಉಪಗ್ರಹ

ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು ಮತ್ತು ಉಡಾವಣೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ತಜ್ಞರ ಗುಂಪುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರರ ನಡುವೆ ಸ್ಪಷ್ಟ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಇಂಟರ್ ಕಾಮ್ ಗಳು, ಹೊರ ಜಗತ್ತಿನ ಜೊತೆಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಸ್ಥಾಪಿಸುವ ಡಾಟಾ ಲಿಂಕ್ ಗಳು ಇವೆಲ್ಲವೂ ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು. ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬೆಂಬಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೂ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಅಡೆತಡೆಯಿಲ್ಲದ ನಂಬಿಕಾರ್ಹ ವಿದ್ಯುತ್ ಪೂರೈಕೆ, ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಹವಾನಿಯಂತ್ರಣ, ಸುರಕ್ಷತಾ ಹಾಗೂ ಭದ್ರತಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದೂ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನೂ ಗಹನತೆಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿವೆ.

ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳಾಗಬಹುದೇ?

13. ಭೂಕೇಂದ್ರದ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು

ಉಪಗ್ರಹದ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳಂತೆಯೇ ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳೂ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಬಹುದು. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿರುವ ಆಂಟೆನಾವು ಯಾವುದೋ ಕಾರಣಕ್ಕೆ, ಅದನ್ನು ಟ್ರ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಬಿಡಬಹುದು.

ಹೀಗಾದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಅದರ ಆರೋಗ್ಯ ಮತ್ತು ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಮಾಹಿತಿ ನಿಂತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಯಾವುದೇ ಆದೇಶವನ್ನೂ ಕಳಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನಿಕಟಪೂರ್ವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಆಂಟೆನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದ ನೋಟಕೋನದ (ಲುಕ್ಆಂಗಲ್) ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಆಂಟೆನಾವನ್ನು ತಿರುಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತೆ ಬೀಕನ್ ಸಂಕೇತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆಂಟೆನಾವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಟ್ರ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿದ ಕೂಡಲೇ ಉಪಗ್ರಹ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಆರಂಭಿಸುವುದೇ?

14. ಇನ್ ಆರ್ಬಿಟ್ ಪರೀಕ್ಷೆ

ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ನೆಲೆಸಿದ ಕೂಡಲೇ, ಉಪಗ್ರಹದ ಎಲ್ಲ ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಆಂಟೆನಾಗಳು ನಿರೀಕ್ಷಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆಯೇ ಎಂದು ವಿವರವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಇನ್ ಆರ್ಬಿಟ್ ಟೆಸ್ಟ್ ಅಥವಾ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿನ ಪರೀಕ್ಷೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪರೀಕ್ಷಾ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಉಪಗ್ರಹ ತಯಾರಿಕಾ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿಯೇ ಇದೆಯೇ ಅಥವಾ

ಏನಾದರೂ ವ್ಯತ್ಯಯವುಂಟಾಗಿದೆಯೇ, ಆಂಟೆನಾದ ಸಿಗ್ನಲ್ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಸರಿಯಾಗಿದೆಯೇ ಮುಂತಾದುದರ ಕುರಿತಾಗಿ ನಿಖರವಾಗಿ ದಾಖಲೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ನಂತರವಷ್ಟೇ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಳಕೆದಾರರ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದೆ ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವಾಗ ಯಾರಾದರೂ ಬಳಕೆದಾರರು ಅದರ ಕ್ಷಮತೆಯಲ್ಲಿ ಏರುಪೇರನ್ನು ಎದುರಿಸಿದರೆ ಈ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉಡಾವಣಾ ವಾಹಕದಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಕ್ಷಣದಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಣಾ ಕೇಂದ್ರವು ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತನ್ನ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಸತತವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಏಕೆ ಉಡಾವಣೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಒಂದೇ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಕಳಿಸಿದರೆ ಸಾಲದೇ?

ಪ್ರತಿ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉಪಯೋಗಗಳಿರುತ್ತವೆ. ದೇಶದ ವಿವಿಧ ಗ್ರಾಹಕರ ಅವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತನಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ಹವಾಮಾನ ನಿರೀಕ್ಷಣಾ ಉಪಗ್ರಹಗಳು, ನ್ಯಾವಿಗೇಶನ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹೀಗೆ ಬೇರೆ

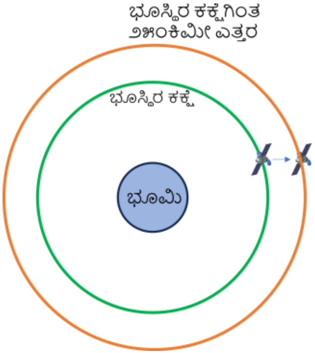
ಬೇರೆ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹಾರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಒಂದು ಆಯಸ್ಸು ಎಂದು ಇರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಉಪಗ್ರಹವು ತನ್ನ ನಿಗದಿತ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸಿ ಥ್ರಸ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಉರಿಸಿ ಮ್ಯಾನೂವರ್‌ಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಧನವು ಮುಗಿಯುವವರೆಗಷ್ಟೇ ಅದು ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ನಂತರ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಬಾಹ್ಯ ಪ್ರಭಾವಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವು ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಅನೇಕ ಉಪವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ವಿದ್ಯುನ್ಮಾನೀಯ ಘಟಕಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದು ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಆಯಸ್ಸನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದಲೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೊಸ ಹೊಸ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಳಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಅಲ್ಲೇ ಉಳಿದರೆ ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಎಲ್ಲಿ ಇರಿಸುತ್ತಾರೆ?

15. ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವಿದಾಯ

ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಅಪೂರ್ವ ಮತ್ತು ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಕಕ್ಷೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾಗಿರುವ ಉಪಗ್ರಹವು ಅಲ್ಲೇ ಉಳಿಯುವಂತಿಲ್ಲ. ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ನಂತರ ಅದರ ಕಕ್ಷೆಯು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಮರುಪ್ರವೇಶಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ರೀತಿ ಮರು ಪ್ರವೇಶಕ್ಕೆ ಶತಮಾನಗಳೇ ಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಈ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಬೇರೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೂ ಕೂಡ ಅಪಾಯವನ್ನು ತಂದೊಡ್ಡಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಬೇರೆ ಒಂದು ವಿಶೇಷವಾದ, ಕಕ್ಷೆಯಿಂದ ಹೊರಹಾಕುವ (De-Orbiting) ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿ ಅದನ್ನು ಭೂಸ್ಥಿರ ಕಕ್ಷೆಗಿಂತ 250ಕಿಮೀ ಎತ್ತರವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಕಳಿಸಿ ಬಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ 13). ಈ ಕಾರ್ಯಾ ಚರಣೆಯ ನಂತರ ಅದರ ಎಲ್ಲ ರೇಡಿಯೋ ಆವರ್ತನ ಪ್ರೇಷಕಗಳನ್ನು ಆಫ್ ಮಾಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ವಿದಾಯವನ್ನು ಕೋರಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಗ್ರೇವ್ ಯಾರ್ಡ್ ಆರ್ಬಿಟ್ ಅಥವಾ ಸಮಾಧಿ ಕಕ್ಷೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲೇ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಹೊಸದಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿದ ಸಂಪರ್ಕ

ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಜೋಪಾನ ಮಾಡಿ, ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಅದರ ಕಷ್ಟ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಹಾಯ ಮಾಡಿ, ಕೊನೆಗೆ ಅದರ ಅಂತ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ ಅದು ಬೇರೆಯವರಿಗೆ ತೊಂದರೆ ಕೊಡದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣಾ ಕೇಂದ್ರದ ಕಾರ್ಯ.



ಭೂಸ್ಥಿರಕ್ಕಿಂತ 250ಕಿಮೀ ಎತ್ತರದ ಸಮಾಧಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ ರವಾನೆ–

ಚಿತ್ರ–13: ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ವಿದಾಯ

ಉಪಸಂಹಾರ

ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಆಯಾಮಗಳಿವೆ. ದಿನನಿತ್ಯದ ಕಾರ್ಯಗಳು, ಪೂರ್ವಯೋಜಿತ ವಿಶೇಷ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು, ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾಗಿ ನಡೆಸಬೇಕಾಗುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳು ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನೂರಾರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಇಂಜಿನಿಯರ್ ಗಳು ಹಗಲಿರುಳೂ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸುರಕ್ಷತೆಗಾಗಿ ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಸುಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ದೇಶದ ಸಂಪರ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರ, ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಇಂಜಿನಿಯರ್ ಗಳು, ಭೂಕೇಂದ್ರ, ಆಂಟೆನಾ, ವಿದ್ಯುತ್ ಕೇಂದ್ರ, ಗಣಕ ಯಂತ್ರಗಳ ಸರ್ವರ್ ಕೊಠಡಿ, ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಕುತೂಹಲದಿಂದ ನೋಡುತ್ತಾ ಮಕ್ಕಳೆಲ್ಲಾ ತದೇಕಚಿತ್ತದಿಂದ ಪ್ರಶ್ನೋತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಮಗ್ನರಾಗಿದ್ದರು. ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ನೋಡಿ ಇಂಜಿನಿಯರ್ ರ ಜೊತೆಗೆ ಹೊರಗೆ ಬರುವಾಗ ಎಲ್ಲರಲ್ಲೂ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಧನ್ಯತಾ ಭಾವ ನೆಲೆಸಿತ್ತು. ಧನ್ಯವಾದಗಳನ್ನು ಹೇಳುತ್ತಾ ಹೊರಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಆಕಾಶ ಹಾಗೂ ಅದಿತಿಯ ಕಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ತಾವೂ ಒಂದು ದಿನ

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುವ, ಅಂತರಿಕ್ಷದ ಅಗಾಧತೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವ ಕನಸಿನ ಹೊಳಪು ಕುಣಿಯುತ್ತಿತ್ತು.

ಟಿಪ್ಪಣಿ

ಟೆಲಿಮೆಟ್ರಿ (ದೂರಮಿತಿ): ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ತನ್ನ ವಿವಿಧ ಘಟಕಗಳ ಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಆರೋಗ್ಯದ ಕುರಿತಾಗಿ ಭೂಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಲಾಗುವ ಮಾಹಿತಿ.

ರೇಂಜಿಂಗ್: ಉಪಗ್ರಹದ ದೂರವನ್ನು ಮತ್ತು ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಿಗ್ನಲ್ಲನ್ನು ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿ ಅದನ್ನು ಹಿಂಪಡೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ತಲುಪಿ ಹಿಂತಿರುಗುವುದಕ್ಕೆ ಅದು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಸಮಯ ಮತ್ತು ಪೂರ್ವಾನುಮಾನಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಉಪಗ್ರಹದ ನಿಖರವಾದ ಕಕ್ಷೆ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನವನ್ನು ವಿಶೇಷ ತಂತ್ರಾಂಶದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೀಕನ್: ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ಬಿತ್ತರಿಸಲಾಗುವ ಒಂದು ಪೂರ್ವನಿರ್ಧಾರಿತ ತರಂಗಾಂತರವುಳ್ಳ ರೇಡಿಯೋ ಸಿಗ್ನಲ್. ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳ ಆಂಟೆನಾಗಳು ಉಪಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ನೋಡಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಟೆಲಿಮೆಟ್ರಿ ಸಿಗ್ನಲ್ಲನ್ನು ಕೂಡ ಬೀಕನ್ ನಂತೆ ಬಳಸಬಹುದು.

ಮ್ಯಾನೂವರ್: ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಥ್ರಸ್ಟರ್ಸ್‌ಗಳನ್ನು ಉರಿಸಿ ನಡೆಸುವ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆ

ಟ್ರಾನ್ಸಪಾಂಡರ್ : ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೇಷಕ. ಇದು ಬಳಕೆದಾರರಿಂದ ಕಳಿಸಲ್ಪಡುವ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಭೂಮಿಯ ಕಡೆಗೆ ಬಿತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಬಳಕೆದಾರರು ಬಳಸಲು ಇರಬೇಕಾದ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನ.

ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಾಂತಿ ಅಥವಾ ಇಕ್ವಿನಾಕ್ಸ್: ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದಿಗೆ ಭೂಮಿಯ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಸಮತಲವು 23.4 ಡಿಗ್ರೀ ಕೋನದಲ್ಲಿದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಸೂರ್ಯನ ಸಮಭಾಜಕ ಸಮತಲವೂ ಕೂಡ ಭೂಮಿಯು ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುವ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದಿಗೆ 7.3 ಡಿಗ್ರೀ ಕೋನವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುವಾಗ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಾರಿ ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಯ ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತಾನೆ. ಈ ಎರಡು ದಿನಗಳಿಗೆ ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಾಂತಿ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಮಾರ್ಚ 21ಕ್ಕೆ ವಸಂತ ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯೂ, ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 21ಕ್ಕೆ ಶಿಶಿರ ವಿಷುವತ್ ಸಂಕ್ರಾಂತಿಯೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡೂ ಸಂಕ್ರಾತಿಯು ಸಮೀಪಿಸುವಾಗ 8.7 ಡಿಗ್ರೀ ಓರೆಯಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ಆಂಶಿಕ ಗ್ರಹಣ ಕಾಲವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ಟಿಪ್ಪಣಿ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2023ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪ್ರವಾಸ: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ಚಂದ್ರಯಾನ್–3: ಡಾ. ಆನಂದ ಎಸ್
3. ವಜ್ರಗ್ರಹ–55 ಕ್ಯಾನ್ಕ್ರಿ ಇ: ಶ್ರೀಮತಿ ಪುಷ್ಪಾಂಜಲಿ ಮತ್ತು ಕುಮಾರಿ ರೂಪಾಲಿ ಸಾಹೂ
4. ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಸಂವೇದಕಗಳು:
ಡಾ. ಗಿರೀಶ ಮಂಜುನಾಥ ಗೌಡ
5. ಪ್ರೊ. ಯು ಆರ್ ರಾವ್ – ಭಾರತದ ಉಪಗ್ರಹ ಪಿತಾಮಹ:
ಶ್ರೀ ಬಿ ಎಸ್ ಪ್ರಸಾದ್
6. ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು:
ಶ್ರೀ ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ ಮತ್ತು ಶ್ರೀ ಕೆ ವಿ ಮುರಲೀಧರ
7. ಸಂಪರ್ಕ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ – ಏಕೆ? ಹೇಗೆ?:
ಶ್ರೀಮತಿ ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್
8. ಮಾನವನ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯಾನ: ಶ್ರೀ ಎಸ್ ರಾಜೇಶ ಕುಮಾರ್
9. ಉಪಗ್ರಹಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ! ಏಕೆ ? ಹೇಗೆ?:
ಶ್ರೀಮತಿ ಸುಮನ್ ಆರ್ ವಾಲ್ಕೆ
10. ನಮ್ಮ ಸೌರಮಂಡಲದ ಗ್ರಹಗಳು: ಶ್ರೀಮತಿ ಅರ್ಪಿತಾ ಕುಮಾರಿ ಕೆ
11. ಗಗನಯಾನಿಯ ಆರೋಗ್ಯ: ಡಾ. ಅರವಿಂದ ಕುಮಾರ್ ಎಂ
12. ನ್ಯಾನೋ ಸ್ಯಾಟಲೈಟ್ಸ್ (ಪುಟಾಣಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು):
ಶ್ರೀ ಸುರೇಶ್ ಕುಮಾರ್ ವಿ ಮತ್ತು ಶ್ರೀಮತಿ ಸುಮಾ ಉಮೇಶ್

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2022ರ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು

1. ಇಸ್ರೊ–ಸಾಧನೆಯ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ: ಡಾ. ಬೆ ರಾ ನಾಗೇಂದ್ರ
2. ರಾಕೆಟ್–ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ರಹದಾರಿ: ಶ್ರೀ ಆನಂದ ಎಸ್
3. ಡಾ. ವಿಕ್ರಂ ಸಾರಾಭಾಯಿ: ಶ್ರೀಮತಿ ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ
4. ಪ್ರೊ ಸತೀಶ್ ಧವನ್ (ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಗುರು, ಸಂಶೋಧಕ, ಚಿಂತಕ, ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ): ಶ್ರೀ ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್
5. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ತ್ಯಾಜ್ಯ: ಶ್ರೀ ಶಿವಪ್ರಕಾಶ್ ಬಿ
6. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ನಿಲ್ದಾಣ: ಶ್ರೀಮತಿ ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್
7. ಧೂಮಕೇತುಗಳು–ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಅತಿಥಿಗಳು: ಶ್ರೀಮತಿ ಸೌಭಾಗ್ಯ

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ

ಸಂಪಾದಕೀಯ ಸಮಿತಿ		ಕಾರ್ಯಕಾರಿ ಸಮಿತಿ	
ರಾಮನಗೌಡ ವಿ ನಾಡಗೌಡ	..ಅಧ್ಯಕ್ಷರು	ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್	..ಅಧ್ಯಕ್ಷರು
ಸುರೇಶಕುಮಾರ್ ಹೆಚ್ ಎನ್		ವಿಠಲ್ ಮೇತ್ರಿ	
ಉಷಾ ಬಂಡಿವಾಡ್		ಸತ್ಯನಾರಾಯಣ ಪಿ	
ಶಿವಪ್ರಕಾಶ ಬಿ		ಶ್ರೀರಾಮ್ ಕೆ ಎಸ್	
ರಮೇಶ ನಾಯ್ಡು ವಿ		ಸಂಜೀವ್ ಕುಮಾರ್ ಕೆ ಎಸ್.	
ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಪ್ರಸಾದ್ ಕೆ		ಕಟ್ಟಿಮನಿ ಎಸ್ ಎಂ	
ಜಯಸಿಂಹ ಪಿ		ಮಾಲತಿ ಎಸ್	
ವಿಠಲ್ ಮೇತ್ರಿ		ಪ್ರಶಾಂತ್ ಡಿ. ಬಾಗಲಕೋಟ್	
ಜಗದೀಶ ಬಾಬು ಬಿ ಎಸ್		ಪ್ರಸಾದ್ ಬಿ ಎಸ್	
ಮುರಳೀಧರ ಕೆ ವಿ		ವಾಸುದೇವಮೂರ್ತಿ ಸಿ ಎನ್	
ಉಮಾ ಬಿ ಆರ್		ಪ್ರಶಾಂತ್ ಎ ಆರ್	
ಡಾ. ನಾಗೇಂದ್ರ ಬೆ ರಾ		ಸುರೇಶ್ ಎಂ. ಹೆಬ್ಬಳ್ಳಿ	
ಆನಂದ ಎಸ್		ಸೌರಭ್ ಗುಪ್ತ	
ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್		ಚಂದ್ರಿಕಾ ಜಿ ಎಲ್	
ಪ್ರಿಯಾಂಕ ವಿ		ನಳಿನಿ ಇ ಕೆ	
ಸೌಭಾಗ್ಯ	..ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ	ಸುಮಾ ಉಮೇಶ್	..ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ

ಶ್ರೀಮತಿ ಶ್ರೇಯಲಾ ರತ್ನಾಕರ್ ಅವರು ಸುಮಾರು 32 ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಹಾಸನದ ಮುಖ್ಯ ನಿಯಂತ್ರಣ ಸೌಲಭ್ಯದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದ್ದು ಭೂಕೇಂದ್ರಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯಲ್ಲಿ ನಾನಾ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಜಿಸ್ಯಾಟ್ 19 ಉಪಗ್ರಹದ ಉಡಾವಣಾ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಡೆಪ್ಯುಟಿ ಪ್ರಾಜೆಕ್ಟ್ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ಭಾಗವಹಿಸಿ ಇಸ್ರೊ ಟೀಮ್ ಎಕ್ಸೆಲೆನ್ಸ ಅವಾರ್ಡಗೆ ಭಾಜನರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಸ್ತುತ ಯು. ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಸಮೂಹ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಬಾಲಬಾಲೆಯರಿಗೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆ–2023
ಯು ಆರ್ ರಾವ್ ಉಪಗ್ರಹ ಕೇಂದ್ರ, ಬೆಂಗಳೂರು–17