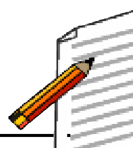


ଟିପ୍ପଣୀ

31

ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା

(Communication systems)

ଯୋଗାଯୋଗ ରକ୍ଷା କରିବା ସବୁ ଜୀବର ଏକ ମୌଳିକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ । ଯୋଗାଯୋଗରେ ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଠାରୁ ବା ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟତ୍ର ତଥ୍ୟ ପ୍ରେରଣ ଓ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ । ପ୍ରାଣୀ ଜଗତରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ, ଶ୍ରାବ୍ୟ ଓ ରାସାୟନିକ ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ଯୋଗାଯୋଗ ସ୍ଥାପିତହୁଏ । ତୁମେ ହୁଏତ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଚଢ଼େଇ ସବୁ ବିପଦ ଆଶଙ୍କାରେ କୌଣସି ଅଜଣା ବ୍ୟକ୍ତିକୁ ଦେଖିଲେ କିଭଳି ଚେଁ ଚେଁ ଶବ୍ଦ କରିଥାଆନ୍ତି । ମାତ୍ର ମାନବ ସମ୍ପ୍ରଦାୟର ଅତି ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଯୋଗାଯୋଗ ମାଧ୍ୟମ ଅଛି – ତାହା ହେଲା ବାକ୍‌ଶକ୍ତି ବା କଥନ । ଆମ ଚାରିପାଖେ ଯାହା ସବୁ ଘଟୁଛି – ତାକୁ ଆମେ ଅନୁଭବ କରିପାରୁ, ଦେଖିପାରୁ, ସେ ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କରିପାରୁ ଓ ପ୍ରକାଶ ମଧ୍ୟ କରିପାରୁ । ଅର୍ଥାତ୍ ଯୋଗାଯୋଗ ପାଇଁ, ଆମେ ଶବ୍ଦ (ଶ୍ରାବ୍ୟ ସୀମା 20 Hz ରୁ 20 kHz ଯାଏଁ) ଓ ଆଲୋକ (ଦୃଶ୍ୟ ସୀମା $4000A^0$ ରୁ $7000A^0$ ଯାଏଁ) ବ୍ୟବହାର କରୁ । ଏହା ଛଡ଼ା ଯାନ୍ତ୍ରିକ (ତାଳି ମାରିବା, କୌଣସି ବସ୍ତୁରେ ହାତ ମାରି ଶବ୍ଦ କରିବା) ଓ ଆଲୋକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ସଂକେତ (ମୁଣ୍ଡ ହଲାଇବା, ଇଙ୍ଗିତ କରିବା) ମଧ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ବୁଝିଥିବ ଯେ କଥିତ ଓ ଲିଖିତ ଶବ୍ଦର ଭାବକୁ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଭାଷାର ଏକ ବିଶେଷ ଭୂମିକା ଅଛି । ଏହା ସ୍ୱାଭାବିକ ଭାବେ ଆମ ପାଖକୁ ଆସିଥାଏ । ଲିଖିତ ଲିପି ଆସିବା ପୂର୍ବରୁ ଯୋଗଯୋଗର ମାଧ୍ୟମ ଥିଲା ମୌଖିକ । ମୁଦ୍ରଣ ଯନ୍ତ୍ରର ଉଦ୍‌ଭାବନ ସହିତ ଯୋଗାଯୋଗରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ଯୁଗ ଆରମ୍ଭ ହେଲା । ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଆଦ୍ୟ ଭାଗରେ ଟେଲିଗ୍ରାଫ ଉଦ୍ଭାବନ ସହିତ ଯୋଗାଯୋଗରେ ତୃତୀୟ ଯୁଗ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିଲା । ପ୍ରଯୁକ୍ତିର ବୈପ୍ଳବାତ୍ମକ ବିକାଶ ଯୋଗୁଁ ତଥ୍ୟ ସବୁ ଦ୍ରୁତ, ନିର୍ଭୁଲ ଓ ଫଳପ୍ରଦ ଭାବେ ସଞ୍ଚାରିତ କରାଯାଇ ପାରିଲା । ଟେଲିଗ୍ରାଫ, ଫ୍ୟାକ୍ସ,ଟେଲିଫୋନ, ରେଡ଼ିଓ, ମୋବାଇଲ, କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହ ଓ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ପରି ଯନ୍ତ୍ର ଓ ପ୍ରଯୁକ୍ତି ସାହାଯ୍ୟରେ ଦୂରଦୂରାନ୍ତକୁ ଯୋଗାଯୋଗ ସ୍ଥାପନ ସମ୍ଭବ ହେଲା । ମହାସାଗର ଓ ପର୍ବତମାଳା ଆଉ ବାଧକ ହେଲା ନାହିଁ । ସମୟ ଓ ଦୂରତାର କଟକଣା ଆଉ ନ ରହିଲା ପରି ମନେ ହେଲା । ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ୍ୟ (online) ଶିଖିବା (ଶିକ୍ଷା), ପ୍ରକାଶିତ କରିବା (ଗବେଷଣା) ବ୍ୟାଙ୍କ ବ୍ୟବସାୟ କରିବା – ଯାହା ସବୁ କିଛି କାଳ ପୂର୍ବେ କଳ୍ପ ବିଜ୍ଞାନର ବିଷୟ ଥିଲା, ଏବେ ତାହା ନିୟମିତ କାର୍ଯ୍ୟରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି । ବସ୍ତୁତଃ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନିକ ଯୋଗାଯୋଗ ପ୍ରଯୁକ୍ତି ସହିତ କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ସମନ୍ୱୟରେ ଏକ ନୂଆ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ବିଭାଗ ତଥ୍ୟ ଓ ଯୋଗାଯୋଗ ପ୍ରଯୁକ୍ତି (Information and communication technologies ବା ICT) ଖୋଲି ଯାଇଛି ।

ଏହି ସବୁ ବିକାଶ ସମ୍ଭବ କରାଇଥିବା ପ୍ରଯୁକ୍ତି ବିଷୟରେ ତୁମେ କେବେ ଚିନ୍ତା କରିଛ ? ପରବର୍ତ୍ତୀ ତିନୋଟି ପାଠରେ ତୁମେ ଏହି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଖୋଜି ପାଇବ । ଏହି ପାଠରେ ତୁମେ ଯୋଗାଯୋଗର ସାଧାରଣ ମଡ଼େଲ ବିଷୟରେ ଶିଖିବ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ କିଭଳି ଯୋଗାଯୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସହାୟକ ହୋଇଛି ତାହା ଜାଣିବ ।

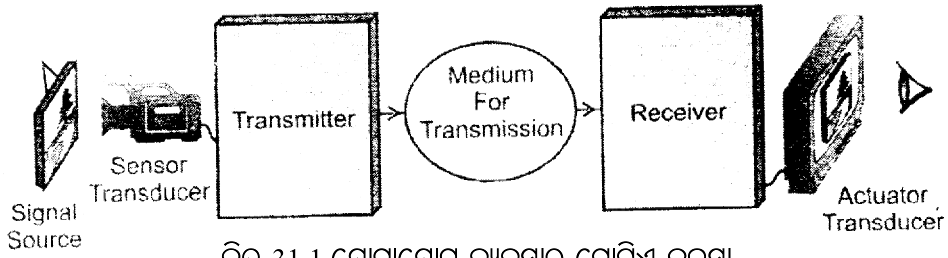
ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

- ଦୂରଗାମୀ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ବ୍ୟବହୃତ ଅଂଶଗୁଡ଼ିକର ତାଲିକା କରିପାରିବ ।
- ଆନାଲଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତ କ'ଣ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ କିଭଳି ତଥ୍ୟର ବାହକ ରୂପେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ ।

31.1 ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଗୋଟିଏ ମଡ଼େଲ (A model communication system)

ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା ତଥ୍ୟ ସଞ୍ଚାରର ପ୍ରୟାସ କରେ
-ଗୋଟିଏରୁ ଆଉ ଗୋଟିକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ବିନ୍ଦୁରୁ ବିନ୍ଦୁକୁ ଯୋଗାଯୋଗ (Point to point communication)
- ଗୋଟିଏରୁ ଅନେକଗୁଡ଼ିକୁ, ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରସାରଣ ଯୋଗାଯୋଗ (Broadcast communication)
- ଅନେକଗୁଡ଼ିଏରୁ ବହୁକୁ, ଅର୍ଥାତ୍ ଟେଲିଫୋନ୍ କନଫରେନ୍ସ କଲ୍ ବା ଚାଟ୍ ରୁପ (telephone conference call or a chat room)



ଚିତ୍ର 31.1 ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଗୋଟିଏ ନକ୍ସା

ଗୋଟିଏ ଆଧୁନିକ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ, ତଥ୍ୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଂକେତ (ଭୋଲ୍ଟେଜ ବା କରେଣ୍ଟ) ରୂପରେ ଆବୃତ୍ତିର ଗୋଟିଏ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ବିସ୍ତୃତ ଥାଏ ଯାହାକୁ ସଂକେତ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପ୍ରସ୍ଥ (Signal bandwidth) କୁହାଯାଏ ।

ସଂକେତ ସହିତ କିଛି କୋଳାହଳ (noise) ଯୁକ୍ତ ହୋଇ କାଂକ୍ଷିତ ତଥ୍ୟକୁ ଅସ୍ପଷ୍ଟ କରିଦିଏ)

ଯେକୌଣସି ବ୍ୟବସ୍ଥାର ବୈଜ୍ଞାନିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପାଇଁ ଆମେ ସେହି ବ୍ୟବସ୍ଥା ବା ସିଷ୍ଟମକୁ ତା'ର ପ୍ରାଥମିକ ଅଂଶ ସମୂହରେ ବିଭକ୍ତ କରିଥାଉ । ତୁମେ ଏବେ ଏ ବିଷୟରେ ଜାଣିବ ।

31.1.1 ଗୋଟିଏ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଅଂଶସମୂହ (Components of a communication system)

ଗୋଟିଏ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଗଠନ ଶୈଳୀ ଚିତ୍ର 31.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

- ସଂକେତର ଗୋଟିଏ ଉତ୍ସ, ଗୋଟିଏ ସଂବେଦକ ଟ୍ରାନସ୍‌ଡିଉସର ଓ ଗୋଟିଏ ସଞ୍ଚାରକ ବା ଟ୍ରାନସମିଟର ଯାହା ତଥ୍ୟବାହୀ ସଂକେତକୁ ଛାଡ଼େ ।
- ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ସଂକେତ ବହନ ଓ ପଥ ପ୍ରଦର୍ଶନ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ବା ଚ୍ୟାନେଲ ଓ
- ଗୋଟିଏ ସଂକେତଗ୍ରାହୀ ଓ ତଥ୍ୟର ପୁନରୁଦ୍ଧାର ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସଂକେତ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ (actuator) ଟ୍ରାନ୍‌ସଡିଉସର ।

ଯୋଗାଯୋଗରେ ବ୍ୟବହୃତ ସାଧାରଣ ସଂକେତଗୁଡ଼ିକ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଅଥବା ଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ଆୟାମ (amplitude) , ଆବୃତ୍ତି (frequency), ପ୍ରାବସ୍ଥା (phase) ଓ ଧ୍ରୁବଣ (Polarisation) ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଶବ୍ଦ ସଂକେତ ପାଇଁ ଆମେ ଶ୍ରାବ୍ୟ ପରିସର (20 Hz - 20KHz) ରେ ସୀମିତ ରଖୁ । ମାତ୍ର ସାଧାରଣ ଟେଲିଫୋନ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଏହା 4KHz ରେ ସୀମିତ ରଖାଯାଏ ।

ତୁମେ ହୁଏତ କୌଣସି ଉଚ୍ଚପଦସ୍ଥ ବ୍ୟକ୍ତି ବା କୌଣସି ଶୋଭଯାତ୍ରା ଉପରେ ନଜର ରଖିବା ପାଇଁ ପୁଲିସ ବା ନିରାପତ୍ତା ରକ୍ଷୀଙ୍କ ହାତରେ କ୍ଷୁଦ୍ର ରେଡ଼ିଓ (Walkie-Talkie) ଦେଖିଥିବ । ଏଗୁଡ଼ିକର ଆବୃତ୍ତି 1 KHz ରେ ସୀମିତ ରଖାଯାଏ ।

ଯେଉଁ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର ବା ସୀମା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ତାକୁ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପ୍ରସ୍ଥ ସୀମିତ (band width limited) ଯୋଗାଯୋଗ କୁହାଯାଏ । ଏପରି ଯେଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଗୋଟିଏ ଅସବୁିଧା ହେଲା – ଏଥିରେ ଧ୍ୱନିର ଗୁଣ ନିମ୍ନ ମାନର ହୋଇଥାଏ ।

ଦୃଶ୍ୟ ସଂକେତ ପାଇଁ, ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର ଥାଏ 10^{13} ରୁ 10^{14} Hz ।

ଗୋଟିଏ ତଥ୍ୟବହନକାରୀ ନିବେଶ ସଂକେତକୁ (input signal) ଟ୍ରାନ୍‌ସମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଦୂର କେନ୍ଦ୍ରକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀ (Receiver) ଏହି ସଂକେତକୁ ଧରି ଏଭଳି ଭାବେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରେ ଯେମିତି ଏଥିରେ ଲୁଚିଥିବା ତଥ୍ୟ ବ୍ୟାବହାରିକ ରୂପରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବ । ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ସଂଚାରଣରେ ନିବେଶ ସଂକେତ ଧ୍ୱନି ବା ଗୀତ ରୂପରେ ଥାଏ ଓ ଟ୍ରାନ୍‌ସମିଟର ଏହାକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଂକେତ (30KHz - 300 MHz ସୀମାର ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ଉପରେ ଆରୋପିତ କରି) ରେ ରୂପାନ୍ତରିତ (ମଡୁଲନ ବା Modulation ପଦ୍ଧତି, ଯାହା ତୁମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ପାଠରେ ଶିଖିବ) କରେ । ଏରିୟଲ ବା ଏଣ୍ଟିନା (aerials or antennas) ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ରେଡ଼ିଓ ସଂକେତକୁ ସବୁ ଦିଗରେ ଅଥବା କେତେଗୁଡ଼ିଏ ବିଶେଷ ଦିଗରେ ପ୍ରସାରଣ କରାଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ ଏଣ୍ଟିନା ବା ଏରିୟଲ ପ୍ରକୃତରେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ପରିବାହକ (Conductor) ର ସମାହାର ଯାହା ଠିକ୍ ଭାବେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗକୁ ବିକିରିତ ଓ ଶୋଷଣ କରେ । ଏଣ୍ଟିନା ଗୋଟିଏ ଲମ୍ବା, ଦୃଢ଼ ତାର ଆକୃତିର (ଅଧିକାଂଶ ଗାଡ଼ିରେ ଲାଗିଥିବା AM/FM ରେଡ଼ିଓ ଏଣ୍ଟିନା) ଅଥବା ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଥାଳି ବା ଡିସ୍ ଆକୃତିର (ଦୂରରେ ଥିବା କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହ ପାଇଁ) ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ଟ୍ରାନସମିଟରରେ ଏଣ୍ଟିନା ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗକୁ ମହାଶୂନ୍ୟ ବା space ରେ ଛାଡ଼େ । ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀର କାର୍ଯ୍ୟ ହେଲା ସର୍ବାଧିକ ସଞ୍ଚାରିତ ଶକ୍ତିକୁ ଧରିବା ଓ ଏହାକୁ ସମସ୍ୱରିତ୍ର (tuner) କୁ ଯୋଗାଇବା । ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ଏଣ୍ଟିନାର ଇଷ୍ଟତମ ଆକାର (Optimum size) ସେହି ଏଣ୍ଟିନା ପ୍ରେରଣ ବା ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ପ୍ରୟାସ କରୁଥିବା ସଂକେତର ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ସମ୍ବନ୍ଧିତ । ଏହି ପରିବାହକଗୁଡ଼ିକର ଆକାର, ସଂକେତର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1 ସହିତ ତୁଳନୀୟ ହେବା ପ୍ରୟୋଜନ ଯେମିତିକି ସେଗୁଡ଼ିକ ସମୟ ସହିତ ସଂକେତର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଠିକ ଭାବେ ଧରିପାରିବ । ରେଡ଼ିଓ ଅଭିଗ୍ରାହୀ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଏଣ୍ଟିନା ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବା ସଂକେତସବୁ ଅତି ଦୁର୍ବଳ ହୋଇଥାଏ, ବେଳେ ବେଳେ ଏହା ଗୋଟିଏ ମାଇକ୍ରୋୱାଟର କ୍ଷୁଦ୍ର ଭଗ୍ନାଂଶ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ସଂକେତକୁ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ପୂର୍ବରୁ ପ୍ରବର୍ଦ୍ଧିତ କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ହେଲା : ନିବେଶ ସଂକତେର ସୁଗ୍ରାହିତା (Sensitivity), ନିବେଶ ସଂକେତର ଆୟାମ – ବିସ୍ତାର ଯାହାକୁ ଗ୍ରହଣ କରି ବର୍ହିବେଶ (Output) କୁ ରୂପାନ୍ତରିତ କରାଯାଏ, ନିବେଶ ଓ ବର୍ହିବେଶ ସଂକେତ ମଧ୍ୟରେ ରୈଖିକତା (Linearity) ଓ ଆବୃତ୍ତି ଅନୁରୂପତା (Respose) ବା ସଠିକତା (Fidelity) ଯାହା ନିବେଶ ସଂକେତ ପୁନରୁଦ୍ଧାର ବିଶ୍ୱସ୍ତତାର ମାତ୍ରାକୁ ସୂଚାଏ ।

(i) ସୁଗ୍ରାହିତା (Sensitivity) ଗୋଟିଏ ମାନକ ବର୍ହିବେଶ ସଂକେତ ଭୋଲ୍ଟେଜ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ଯେଉଁ ନ୍ୟୁନତମ ନିବେଶ ଭୋଲ୍ଟେଜ ପ୍ରୟୋଜନ ହୁଏ ତାକୁ ସୂଚିତ କରେ । ଅଭିଗ୍ରାହୀର ପ୍ରବର୍ଦ୍ଧନ ଯେତେ ବେଶି ତାର ସୁଗ୍ରାହୀତା ସେତେ ବେଶି । ଏଣ୍ଟିନା ଧରୁଥିବା ରବ (noise) ନେଇ ସୁଗ୍ରାହୀତାର ସୀମା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ, ତେଣୁ ସଂକେତ ଓ ରବର ଅନୁପାତ, ସଂକ୍ଷେପରେ S/N ଅନୁପାତ, ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ସୁଗ୍ରାହୀତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ନିର୍ବାହ କରେ । ଗୋଟିଏ ସଂକେତର ଲାଭଜନକ ବିନିଯୋଗ ପାଇଁ, ସିଷ୍ଟମରେ

ଟିପ୍ପଣୀ

କୌଣସି ଆଭ୍ୟନ୍ତରିକ ରବ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ଉଚିତ ନୁହେଁ । ଆଉ ଯଦି କିଛି ବାହାର ରବ ସିଷ୍ଟମରେ ପ୍ରବେଶ କରେ ତେବେ ଏହାକୁ ସଂକେତ ସଂସାଧନ (Processing) ପ୍ରଯୁକ୍ତି ସାହାଯ୍ୟରେ ପରିସ୍ରବଣ କରିବା ଉଚିତ ।

(ii) ଚୟନ କ୍ଷମତା (Selectivity) ହେଲା ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ଏକ ବିଶେଷ ଆବୃତ୍ତିର କାଂକ୍ଷିତ ସଂକେତ ଓ ଅନ୍ୟ ସବୁ ପାଖାପାଖି ଆବୃତ୍ତିର ଅବାଞ୍ଛିତ ସଂକେତ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ କରିବାର ସାମର୍ଥ୍ୟ । ଏହା ଅଭିଗ୍ରାହୀରେ ବ୍ୟବହୃତ ସମସ୍ୱରିତ୍ର - ପରିପଥ (tuner circuit) ର ଅନୁନାଦ ଲେଖର ତୀକ୍ଷ୍ଣତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

(iii) ସଠିକତା (Fidelity) ମଡୁଲନ ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ବର୍ହିବେଶର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଦର୍ଶାଏ ଓ ମଡୁଲିତ ସଂକେତର ତରଙ୍ଗାକୃତି ପୁନରୁଦ୍ଧାର କରିବା ପାଇଁ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ସାମର୍ଥ୍ୟକୁ ସୂଚିତ କରେ ।

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ଦେଇ ସଂକେତ ସଞ୍ଚାରକରୁ ଅଭିଗ୍ରାହୀକୁ ଯାଏ । ଶବ୍ଦ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ଉଭୟ ପାଇଁ ବାହକ ଗୋଟିଏ ତରଙ୍ଗ ଅକାରର ହୋଇଥାଏ । ସାଧାରଣତଃ ବାୟୁ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ରୈଖିକ ମାଧ୍ୟମ ହୋଇଥାଏ ଅର୍ଥାତ ଏଠି ସାଧାରଣ ତୀବ୍ରତା ଅବସ୍ଥାରେ ଅଧାରୋପଣ ନୀତି (Superposition principle) କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ବି ଯାଇପାରେ ଓ ଏହା ଏହି ତରଙ୍ଗ ପାଇଁ ରୈଖିକ ମାଧ୍ୟମ ପରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

ତୁମେ ହୁଏତ ଭାବୁଥିବ - ଆମେ କହିଁକି ରୈଖିକତା ଉପରେ ଏତେ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦେଉଛୁ । ଏହାର ଦୁଇଟି କାରଣ ଅଛି : ଦୂର ସ୍ଥାନକୁ ଗୀତ (ଶବ୍ଦ) ପ୍ରେରିତ କରିବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତି ତରଙ୍ଗ ଉପରେ ଶ୍ରାବ୍ୟ ସଂକେତକୁ ଆଧାରୋପଣ କରବାକୁ ହେବ । ମାଧ୍ୟମର ରୈଖିକତା ଅଧାରେପଣ ନୀତିକୁ ମାନେ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ ଯଦି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ଅରୈଖିକ ହୋଇଥାଏ ଏହା ବିଚ୍ୟୁତି ଓ ରବ-ର କାରଣ ହୋଇପାରେ । ଏହା ଗୃହୀତ ସଂକେତର ଗୁଣ ଉପରେ ପ୍ରତିକୂଳ ପ୍ରଭାବ ପକାଇପାରେ । ଯେହେତୁ ପ୍ରେରିତ ସଂକେତର ସଠିକ ପୁନରୁଦ୍ଧାର ଉଭୟ ଜରୁରୀ ଓ ବାଞ୍ଛିତ ତେଣୁ ପରିପଥ -ନିର୍ମାତା ଗ୍ରହଣ କେନ୍ଦ୍ରରେ କିଭଳି ସର୍ବୋତ୍କୃଷ୍ଟ ପୁନରୁଦ୍ଧାର କରାଯାଇପାରିବ ତା ପାଇଁ ଯତ୍ନବାନ ହୁଅନ୍ତି ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 31.1

1. ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି ବିସ୍ତାର କ'ଣ ?

   ....

2. ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ଏଣ୍ଟିନାର ଇଷ୍ଟତମ ଆକାର ତୁମେ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

   ....

31.2 ସଂକେତର ପ୍ରକାର ଏନାଲୋଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ (Types of signals - Analogue and digital)

ତୁମେ ଏବେ ଜାଣ ଯେ ତଥ୍ୟ ପରିବହନରେ ସଂକେତ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଉତ୍ପତ୍ତି ଓ ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ଭିତ୍ତି କରି ଏଗୁଡ଼ିକର ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ କରାଯାଏ । ଏହି ଅନୁସାରେ ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଲା -

- ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ (ଏନାଲୋଗ) ଓ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସମୟ (ଡିଜିଟାଲ) ସଂକେତ;

-କୂଟ (Code) ଓ ଅକୂଟ (uncoded) ସଂକେତ

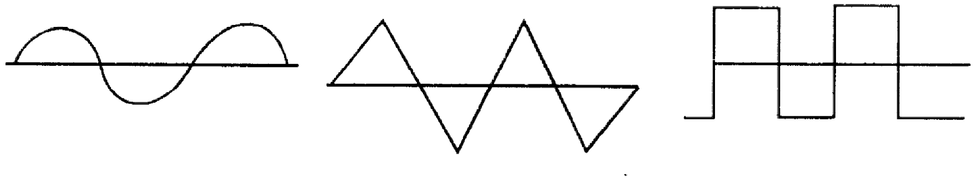
- ଆବର୍ତ୍ତୀ (periodic) ଓ ଅ-ଆବର୍ତ୍ତୀ (aperiodic) ସଂକେତ

- ଶକ୍ତି ଓ କ୍ଷମତା ସଂକେତ ଓ

ନିର୍ଦ୍ଧାରଣାତ୍ମକ (deterministic) ଓ ଅନିୟମିତ (random) ସଂକେତ

ଏହା ମଧ୍ୟରୁ, ଆମେ କେବଳ ଏନାଲୋଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ ସିଷ୍ଟମକୁ ନେବା । ମଣିଷ କଥା ହେଲା ବେଳେ ସୃଷ୍ଟ ଶବ୍ଦ ଅଥବା ଚିତ୍ରକୁ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ବିଦ୍ୟୁତ ଏନାଲୋଗ ସଂକେତରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରାଯାଏ (ଚିତ୍ର 31.2(a)) ମାତ୍ର ଆଧୁନିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନିକ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଆକାରରେ ରୂପାନ୍ତରିତ

କରାଯାଏ ଯାହାର ବିଭିନ୍ନ ସମୟରେ ପରିମିତ ମାନ ଅଛି ଆଉ ଅନ୍ୟଥା ଏହାର ମାନ ଶୂନ୍ୟ (ଚିତ୍ର 31.2) । ଚିତ୍ର 31.2 ରେ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଗୋଟିଏ ବିଶେଷ ଆବୃତ୍ତିରେ ଏହି ତରଙ୍ଗ ରୂପ ଆବର୍ତ୍ତୀ, ଗୋଟିଏରେ ଏହା ଜ୍ୟା-ବକ୍ରୀୟ, ଅନ୍ୟଟିରେ ଏହା ସ୍ପନ୍ଦିତ (pulsed) । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସାଇନ (sine) ଓ ବର୍ଗ ତରଙ୍ଗ ରୂପର ଉପ-ଶ୍ରେଣୀ କୁହାଯାଇପାରେ । ତଥ୍ୟକୁ ଏଠି ଉଭୟ ଏନାଲୋଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ ରୂପରେ ରଖାଯାଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ କଥନ ଗୋଟିଏ ଏନାଲୋଗ ସଂକେତ ଯାହା ସମୟ ସହିତ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଅପର ପକ୍ଷରେ କମ୍ପ୍ୟୁଟର ଫାଇଲରେ ପ୍ରତୀକାତ୍ମକ "ବିଚ୍ଛିନ୍ନ-ସମୟ" (discrete-time) ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତ ଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 31.2 : (a) ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ (ଜ୍ୟାବକ୍ରୀୟ) ଓ (b) ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସଂକେତ

ଡିଜିଟାଲ ଢାଞ୍ଚାରେ ସଂକେତ ସବୁ ଦ୍ୱୟଂକର (ଦ୍ୱୟୀ ଅଙ୍କ ବା binary digits ର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ରୂପ) ରୂପରେ ଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦ୍ୱୟଂକ ବା ବିଟ 'ଅନ' ବା "ଅଫ୍' (1 ବା 0) ହୋଇଥାଏ । ଦ୍ୱୟୀ (binary) ସିଷ୍ଟମ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ସଂଖ୍ୟା ସିଷ୍ଟମ ଯେଉଁଥିରେ କେବଳ ଦୁଇଟି ଅଙ୍କ 1 ଆଉ 0 (ଦଶମିକ ସଂଖ୍ୟା ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ 0 ରୁ 9 ଦଶଟା ଅଙ୍କ) ଥାଏ । ସବୁ ତଥ୍ୟବାହୀ ସଂକେତକୁ ଆମେ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ-ସମୟ, ଆୟାମ-କ୍ୱାଣ୍ଟିତ (amplitude quantised) ଡିଜିଟାଲ୍ ସଂକେତରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରିପାରୁ । ଗୋଟିଏ କମ୍ପାକ୍ଟ-ଡିସ୍କରେ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତ ରୂପରେ ସଞ୍ଚିତ ଥାଏ । ଠିକ ଯେମିତି ଡିଜିଟାଲ ଭିଡ଼ିଓ ଡିସ୍କରେ ଦୃଶ୍ୟ ଡିଜିଟାଲ ରୂପେ ସଞ୍ଚିତ ଥାଏ ।

ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଏନାଲୋଗ, ଉଦାହରଣ ଆୟାମ-ମଡ୍ୟୁଲନ (AM) ରେଡ଼ିଓ, ଅଥବା ଡିଜିଟାଲ, ଯେମିତି କମ୍ପ୍ୟୁଟର ନେଟୱାର୍କ ହୋଇ ପାରେ । ସାଧାରଣତଃ ଏନାଲୋଗ ସିଷ୍ଟମ ସମାନ ପ୍ରୟୋଗ ପାଇଁ ଡିଜିଟାଲ ସିଷ୍ଟମଠୁ କମ ବ୍ୟୟସାପେକ୍ଷ ହୋଇଥାଏ । କିନ୍ତୁ ଡିଜିଟାଲ ସିଷ୍ଟମ ଅଧିକ ଦକ୍ଷ, ଭଲ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ (ତ୍ରୁଟି ଓ ରବ କମ୍) । କୌତୁହଳର କଥା ହେଲା ଏନାଲୋଗ୍ ସଂକେତ ବ୍ୟବହାର କରି ଏନାଲୋଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ ଉଭୟ ସଞ୍ଚାରଣ କରାଯାଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ହେଲା ଇଥରନେଟରେ ଭୋଲ୍ଟେଜ (ତାରଯୁକ୍ତ ଯୋଗାଯୋଗର ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ) ଆଉ ସେଲୁଲାର ଫୋନ୍‌ରେ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ବିକିରଣ (ବେତାର ଯୋଗାଯୋଗ) ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ସବୁଠୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରାଚଳ ହେଲା ସଂକେତ ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ - ଏହା ସଂକେତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥିବା ଆବୃତ୍ତି - ପରିସର କୁ ସୂଚାଏ । ଯଦିଓ ଏନାଲୋଗ ଆଉ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତରେ ଏହାର ଅର୍ଥ ଭିନ୍ନ । ଏନାଲୋଗ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉଇଡଥ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସଂକେତ ଦଖଲ କରିଥିବା ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରାମର ପରିସର ପରିମାପ କଲା ବେଳେ, ଡିଜିଟାଲ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉଇଡ୍‌ଥ ଗୋଟିଏ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତରେ ଥିବା ତଥ୍ୟର ପରିମାଣ ଦିଏ । ଏଥିପାଇଁ ଏନାଲୋଗ ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଥ୍ ଆବୃତ୍ତି ବା H_F ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ଓ ଡିଜିଟାଲ ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ ବିଟ୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ (bps) ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । କିଛି ଶ୍ରାବ୍ୟ ସଂକେତର ଆବୃତ୍ତି ପରିସର ଓ ସେଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ ସାରଣୀ 31.1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ମାନବ-କଥନର ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ ପ୍ରାୟ ଚାରି କିଲୋ ହର୍ଜ । ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ ଆୟାମ ମଡ୍ୟୁଲିତ (AM) ରେଡ଼ିଓ ସଞ୍ଚାରଣରେ 10KHz ଓ ଆବୃତ୍ତି ମଡ୍ୟୁଲିତ (FM) ସଞ୍ଚାରଣରେ 15 KHz ହୋଇଥାଏ । FM ସଞ୍ଚାରଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ସଂକେତର ମାନ AM ରୁ ମିଳୁଥିବା ମାନଠୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଭଲ । ସିଡ଼ିର ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ଉଇଡ୍‌ଥ 20 KHz । ଦୃଶ୍ୟ ସଂକେତର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉଇଡ୍‌ଥ 4.2 MHz ଓ ଟେଲିଭିଜନ ସଞ୍ଚାରଣ ଚ୍ୟାନେଲ ପାଇଁ ଏହା 6 MHz ହୋଇଥାଏ । ଏନାଲୋଗ ଟେଲିଫୋନ

ଲାଇନରେ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତ ପ୍ରେରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଯନ୍ତ୍ର ମୋଡ଼େମ୍‌ର ବ୍ରାଣ୍ଡ ଉଇଡ୍‌ଥ 32Kbps, 64 Kbps ଅଥବା 128 Kbps ହୋଇଥାଏ ।

ସାରଣୀ 31.1 ଶ୍ରାବ୍ୟ ବ୍ୟାଣ୍ଡଉଇଡ୍‌ଥର ପ୍ରକାର

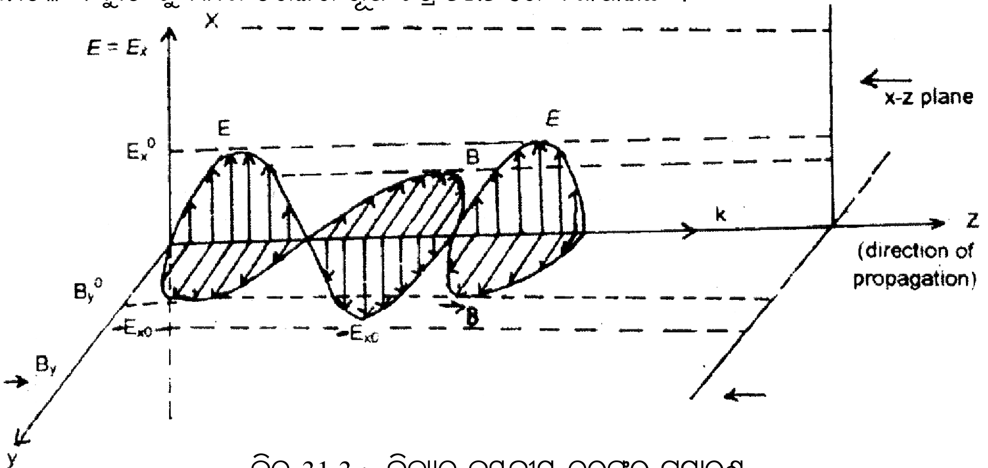
ଉତ୍ସ	ଆବୃତ୍ତି ପରିସର (H_F)	ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉଇଡ୍‌ଥ (KHz)
ଗିଟାର	82-880	0.8
ବେହେଲା	196-2794	2.6
ସ୍ୱରଧ୍ୱନି	250 - 5000	4
ବ୍ୟଞ୍ଜନଧ୍ୱନି		
ଟେଲିଫୋନ ସଂକେତ	200 - 3200	3

31.3 ଯୋଗାଯୋଗରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ

(Electro magnetic waves in communication)

ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଟ୍ରାନସମିଟରରୁ ରିସିଭରକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଂକେତ ପ୍ରେରଣ ପାଇଁ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ କୌଶଳ ବ୍ୟବହାର କରୁ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଓ ଚୁମ୍ବକ ମଡ୍ୟୁଲ୍‌ରେ ପଢ଼ିଥିବା ପାଠ ମନେ ପକାଅ । ସେଠାରେ ଥିଲା – ଗୋଟିଏ ଧାତବ ପରିବାହକରେ ବିଦ୍ୟୁତ ସ୍ରୋତ, ବିଦ୍ୟୁତ ସଂକେତ ବା ଭୋଲ୍ଟେଜ ପାତ ରୂପରେ ଯାଏ, ବାୟୁରେ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକ ବିକିରଣ ରୂପରେ ଯାଏ ବା ଆଲୋକ ସଂକେତରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରାଯାଇ ଆଲୋକୀୟ ତନ୍ତୁରେ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ । ସବୁ ପ୍ରଣାଳୀରେ ସଂକେତ ପ୍ରେରଣ ମ୍ୟାକ୍‌ସୱେଲ ପ୍ରଦତ୍ତ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣର କ୍ଲାସିକାଲ ତତ୍ତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ହୋଇଥାଏ ।

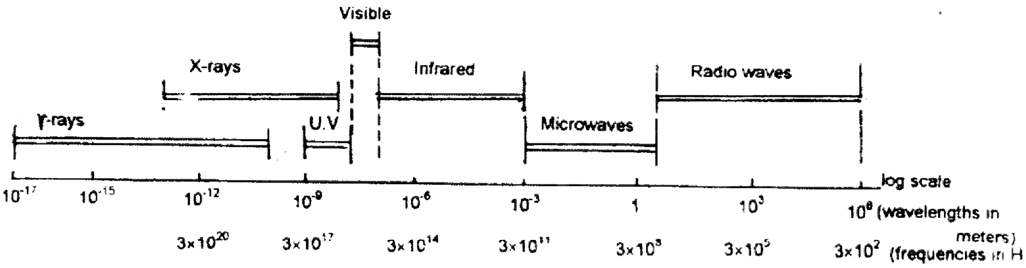
ନାମକରଣ ଅନୁସାରେ, ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକ ତରଙ୍ଗ, ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଓ ଚୁମ୍ବକ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ, ଏହାକୁ ଅଲଗା କରିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ସମୟ ସହିତ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥିବା ବିଦ୍ୟୁତ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ଥାନ କାଳ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ଚୁମ୍ବକ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ, ଏହା ପୁଣି ବିଦ୍ୟୁତ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଏହି ପାରସ୍ପରିକ ସହାୟକ ଭୂମିକାରୁ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ସମତଳ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ରୂପ ଚିତ୍ର 31.3 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 31.3 : ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରସାରଣ

ଗାଣିତିକ ଭାବେ ଆମେ ଏହାକୁ ଲେଖିପାରୁ $E= E_0 \sin (Kz–wt)$ ଓ $H = H_0 \sin (Kz - wt)$ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ପ୍ରମାଣ 1888 ରେ ହର୍ଜ କରିଥିବା କେତେଗୁଡ଼ିଏ ପରୀକ୍ଷାରୁ ମିଳିଛି । ସେ ଦେଖିଲେ ଯେ ତାଙ୍କ ଯନ୍ତ୍ରଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ ଦୂରତାରେ ସେ ବିଦ୍ୟୁତ –ଚୁମ୍ବକୀୟ ପ୍ରେରଣର (induction) ପ୍ରଭାବ

ସନାକ୍ତ କରିପାରୁଛନ୍ତି । ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ଆବୃତ୍ତି ପରିମାପ କରି ସେ ଏହାର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିପାରିଲେ, ଯାହା ଆଲୋକର ବେଗ ସହିତ ସମାନ ହେଲା । ସେ ଆହୁରି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଏହି ତରଙ୍ଗ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକ ପରି ବିଭିନ୍ନ ଘଟଣାମାନ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିପାରୁଚି । ଆମେ ଏବେ ଜାଣୁ ଯେ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିସର ଖୁବ୍ ବିସ୍ତୃତ । ଏହା ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (1 1 ମିଟରରୁ 10 ମିଟର ଯାଏ) ରୁ ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକ (400 ନାନୋମିଟର) ଯାଏଁ ଲମ୍ବିଛି । ଯାହା ଚିତ୍ର 31.4 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ତଥ୍ୟ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ନୂଆ ଉତ୍ସାହ ଓ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷେତ୍ର ସୃଷ୍ଟି କଲା । 1895 ରେ ଭାରତୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଜଗଦୀଶ ଚନ୍ଦ୍ର ବୋଷ 25 ମିଲିମିଟରରୁ 5 ମିଟର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ତରଙ୍ଗ ଉତ୍ପନ୍ନ କଲେ ଓ ରେଡ଼ିଓ ସଞ୍ଚାରଣର ସମ୍ଭାବନାକୁ ପ୍ରଦର୍ଶନ କଲେ । ଗୁଗଲିଏଲମ୍ ମାର୍କୋନି (Guglielmo Marconi) ଏହି କାର୍ଯ୍ୟର ବ୍ୟାବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଆଟଲାଣ୍ଟିକ ମହାସାଗରର ସେପାରିକୁ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ସଞ୍ଚାରଣ କରିବାରେ ସଫଳ ହେଲେ । ଏହା ହିଁ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହାର କରି ଯୋଗାଯୋଗ ଯୁଗର ଶୁଭାରମ୍ଭ କଲା । କାର୍ଲଫାର୍ଦିନାନ୍ଦ ବ୍ରଉନ (Carl Ferdinand Braun) ଙ୍କ ସହିତ ମିଳିତ ଭାବେ ମାର୍କୋନି 1909 ର ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଲେ ।



ଚିତ୍ର 31.4 : ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍ : ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ମାନ ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ (ବା ବାୟୁ) ପାଇଁ, ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍‌ର ବିଭିନ୍ନ ଅଞ୍ଚଳର ସୀମା ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇନାହିଁ ।

ଗୋଟିଏ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନ୍ସମିଟର, ଏଣ୍ଟିନା ସହାୟତାରେ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗକୁ ବିକିରିତ କରେ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ମହାକାଶରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ ଓ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ଏହାକୁ ଧରେ । ଅଭିଗ୍ରାହୀରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଏଣ୍ଟିନା ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗରୁ ଶକ୍ତି (ତଥ୍ୟରେ ଥିବା) ନିଷ୍କାସିତ କରେ । ଏବେ ଆମେ ଏହି ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗକୁ ବିଭିନ୍ନ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଛୁ । ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ଦୂରଦର୍ଶନ ପ୍ରସାରଣ, AM (ଆୟାମ ମଡ୍ୟୁଲିତ) ଓ FM (ଆବୃତ୍ତି ମଡ୍ୟୁଲିତ) ରେଡ଼ିଓ ପ୍ରସାରଣ, ପୋଲିସ ଓ ଅଗ୍ନି ରେଡ଼ିଓ, କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହ ଟିଭି ସଞ୍ଚାରଣ, ସେଲଫୋନରେ କଥନ ଇତ୍ୟାଦି । ଏପରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ସଂକେତ ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ, ତେଣୁ ଏସବୁଗୁଡ଼ିକ ଖୁବ୍ ଭଲ ଭାବରେ ପୃଥକ ।

ପରବର୍ତ୍ତୀ ଦୁଇଟି ପାଠରେ ତୁମେ ଏହି ସଞ୍ଚାରଣ ପଦ୍ଧତିର କୌଶଳ ଓ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ସାଧାରଣ ଯୋଗାଯୋଗ ଯନ୍ତ୍ରର କାର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରଣାଳୀ ବିଷୟରେ ବିଶଦ ଭାବରେ ଜାଣିବ । ସାରଣୀ 31.2 ରେ ଆମେ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ସ୍ତରରେ ଗୃହୀତ ରେଡ଼ିଓ ଓ ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ ସମ୍ପର୍କିତ ସ୍ପେକ୍ଟ୍ରମ୍ ପରିଚିତ ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ ନାମ ଓ ସେଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରୟୋଗର ଗୋଟିଏ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଛୁ ।

[ଆବୃତ୍ତି u (ଏକକ Hz ସହିତ) ଓ ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ l (ଏକକ ମିଟର) ର ସମ୍ପର୍କ ହେଲା c = ul, ଯେଉଁଠି $c = 3 \times 10^8$ m/s ହେଲା ଶୂନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ବେଗ ।]

ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ 31.3 : ବାଣିଜ୍ୟିକ FM ରେଡ଼ିଓ ଓ ଟିଭି ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ଆବୃତ୍ତି ବିସ୍ତାର

ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟାଣ୍ଡ	ପ୍ରସାରଣ ପ୍ରକୃତି
41-68 MHz	VHF TV
88-104MHz	FM ରେଡ଼ିଓ
10-174MHz	S ବ୍ୟାଣ୍ଡ କ୍ୟାବଲ୍ ଟିଭି ନେଟ୍‌ଓ୍ୱାର୍କ ପାଇଁ ବିଶେଷ ଚ୍ୟାନେଲ୍
174-230MHz	VHF TV
230-470 MHz	H ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍ କ୍ୟାବେଲ ଟିଭି ନେଟ୍‌ଓ୍ୱାର୍କ ପାଇଁ
470-960 MHz	UHF TV

ସାରଣୀ 31.2 ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତି ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍

ବ୍ୟାଣ୍ଡ	ଆବୃତ୍ତି ପରିସର	ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପରିସର	ପ୍ରୟୋଗ
ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ଆବୃତ୍ତି (Extremely low frequency ELF	<3 KHz	> 100 Km	ମୁଖ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍
ଅତିକମ୍ ଆବୃତ୍ତି (very low frequency (VLF)	3-30 KHz	100-10 Km	ସୋନାର(SONAR)
କମ୍ ଆବୃତ୍ତି (low frequency (LF)	30-300 KHz	10-1 Km	ନୌପରିବହନ -ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶକ
ମଧ୍ୟମ ଆବୃତ୍ତି (Medium frequency (MF)	300KHz-3 MHz	1Km -100 m	ମଧ୍ୟମରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (Medium wave Radio)
ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (High frequency (HF)	3-30 MHz	100 -1 m	କ୍ଷୁଦ୍ର ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (Short wave Radio)
ଅତି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (Very High frequency (VHF)	30-300 MHz	10 -1 m	ଏଫ୍.ଏମ୍ ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ (FM Radio)
ଚରମ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (Ultra High frequency (UHF)	300 MHz- 3GHz	1 m - 10 cm	ବାଣିଜ୍ୟିକ ଟିଭି, ରେଡ଼ିଓ, ରାଡ଼ାର
ଅତି ଚରମ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି (Super High frequency (SHF)	3- 30 GHz	10 - 1 cm	କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହ, ଯୋଗାଯୋଗ, ମୋବାଇଲ, ବାଣିଜ୍ୟିକ ଟିଭି

ଦୀର୍ଘ ତରଙ୍ଗ (long wave) ଭାବେ ନରିଚିତ ବ୍ୟାଣ୍ଡରେ ଏ.ଏମ ରେଡ଼ିଓର ପ୍ରସାରଣ ହୁଏ, ଏହାର ଆବୃତ୍ତି ହେଲା 144 ରୁ 351 କିଲୋହର୍ଜ (LF), ଏ.ଏମ ରେଡ଼ିଓ ମଧ୍ୟମ ତରଙ୍ଗ : 530 ରୁ 1700 କିଲୋହର୍ଜ (MF) ଓ କ୍ଷୁଦ୍ରତରଙ୍ଗ : 3 ରୁ 30 ମେଗାହର୍ଜ (HF) ରେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ମଧ୍ୟମ ତରଙ୍ଗ (medium wave) ସାଧାରଣତ ବାଣିଜ୍ୟିକ ଏ.ଏମ୍. ରେଡ଼ିଓ ପ୍ରସାରଣ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଦୀର୍ଘ ତରଙ୍ଗ (long wave) ଉତ୍ତର ଓ ଦକ୍ଷିଣ ଆମେରିକା (ଯେଉଁଠି ଏହି ବ୍ୟାଣ୍ଡ ବିମାନ ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶକ ପାଇଁ ରକ୍ଷିତ)କୁ ଛାଡ଼ି ଆଉ ସବୁଠି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଦୀର୍ଘ ଓ ମଧ୍ୟମ-ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପାଇଁ, ପୃଥିବୀର ବକ୍ରରେଖା ସମତୁଲ ଭୂମି-ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ ଦ୍ୱାରା, ବିବର୍ତ୍ତନ ହେବା ପାଇଁ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ । ତେଣୁ ବିଶେଷ କରି ରାତିରେ ଏହା ଏ.ଏମ ରେଡ଼ିଓକୁ ଦୀର୍ଘ ବିସ୍ତାର ଦେଇପାରେ । ସଂଚରଣ କେନ୍ଦ୍ରଠୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନରେ ବାର୍ତ୍ତା ଶୁଣିବା ପାଇଁ, କ୍ଷୁଦ୍ରତରଙ୍ଗ(short wave) ରେଡ଼ିଓ-ସେବା କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ମାତ୍ର କ୍ଷୁଦ୍ରତରଙ୍ଗ ସଂଚାରଣର ପରିସର-ଦୂରତା ଯୋଗୁଁ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଧ୍ୱନିର ସଠିକତା କମ ହୁଏ । କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ ପ୍ରସାରଣ ଆୟନ ମଣ୍ଡଳରେ ହୋଇଥାଏ । ଓ୍ୱାକି-ଟକି (walkie talki), ତାର ବିହୀନ ଟେଲିଫୋନ, ରେଡ଼ିଓ ନିୟନ୍ତ୍ରକ, ସୌଖିନ ରେଡ଼ିଓ (amateur radio) ଆଦି, ପରି ରେଡ଼ିଓ ଯୋଗାଯୋଗର ଅନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମ ପାଇଁ ପ୍ରସାରଣ-ବ୍ୟାଣ୍ଡର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଆବୃତ୍ତି ସମୂହକୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଇଣ୍ଟରନେଟ (Internet) ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ମୋବାଇଲ ଫୋନ ଓ ଇଣ୍ଟରନେଟ ପ୍ରୋଟୋକଲ ଟେଲିଭିଜନ ବିଷୟରେ ତୁମେମାନେ ନିଶ୍ଚୟ ପଢ଼ିଥିବ । ତୁମେ କ'ଣ କେବେ ଭାବିଛ କେଉଁ ପ୍ରଯୁକ୍ତି ବଳରେ ଏହା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ? ଏହା କ'ଣ 'ତନ୍ତୁ ଆଲୋକ ଯୋଗାଯୋଗ' (Fibreoptic communication) ? ଲେଜରର (laser) କ'ଣ ଏଥିରେ କିଛି ଭୂମିକା ଅଛି ? ଏସବୁର ଉତ୍ତର ତୁମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଶିଖି ପାରିବ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 31.2

1. ବିଦ୍ୟୁତ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ କ'ଣ ?

....

2. ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ପ୍ରସାରିତ ହେଉଥିବା 30 ମେଗାହର୍ଜ ଆବୃତ୍ତିର ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

....

3. ଦୃଶ୍ୟ ଆଲୋକର ଆବୃତ୍ତି-ପରିସର କେତେ ?

....

ଜଗଦୀଶ ଚନ୍ଦ୍ର ବୋସ

(1858 - 1937)

ଜଗଦୀଶ ଚନ୍ଦ୍ର ବୋସ, ଭାରତରେ ତାଙ୍କ ବିଦ୍ୟାଳୟ ଶିକ୍ଷା ସମାପ୍ତ କରି 1880 ରେ ଲଣ୍ଡନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଚିକିତ୍ସାଶାସ୍ତ୍ର ପଢ଼ିବା ପାଇଁ ଗଲେ । ବର୍ଷେ ଭିତରେ, କ୍ୟାମ୍ବ୍ରିଜରେ ଗୋଟିଏ ଛାତ୍ର-ବୃତ୍ତି ନେଇ ସେ ଖ୍ରୀଷ୍ଟ କଲେଜରେ ବିଜ୍ଞାନ ପଢ଼ିଲେ । କ୍ୟାମ୍ବ୍ରିଜରେ ତାଙ୍କର ଜଣେ ଅଧ୍ୟାପକ, ପ୍ରଫେସର ରାଲେ (.Rayleigh) ତାଙ୍କ ଉପରେ ଗଭୀର ପ୍ରଭାବ ପକାଇଥିଲେ । 1884ରେ ବୋସ କ୍ୟାମ୍ବ୍ରିଜ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ବିଏ (BA) ଓ ଲଣ୍ଡନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ବିଏସ୍‌ସି (BSc.) ଡିଗ୍ରୀ ପାଇଲେ । ବୋସ ତା'ପରେ ଭାରତ ଫେରି କଲିକତାର ପ୍ରେସିଡେନ୍ସି କଲେଜରେ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନର ଅଧ୍ୟାପକ ହେଲେ । ପ୍ରେସିଡେନ୍ସି କଲେଜରେ ଥିବା ତାଙ୍କର ବହୁ ଛାତ୍ର ପରେ ବିଖ୍ୟାତ ହୋଇଥିଲେ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିଲେ ସତ୍ୟେନ୍ଦ୍ରନାଥ ବୋସ ଯିଏ ବୋସ-ଆଇନଷ୍ଟାଇନ ପରିସଂଖ୍ୟାନ ଉପରେ ପ୍ରଥମ ଗବେଷଣା ସୂତ୍ରରେ ସୁପରିଚିତ, ଆଉ ମେଘନାଦ ସାହା ଯିଏ ତାପୀୟ ଆୟନନ ଉପରେ ବୈପ୍ଳବିକି ତତ୍ତ୍ୱ ଦେଇଥିଲେ, ଯାହା ନକ୍ଷତ୍ର ସମୂହକୁ ବିଭିନ୍ନ ଶ୍ରେଣୀରେ ବିନ୍ୟସ୍ତ କରିବା ପାଇଁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀମାନଙ୍କୁ ସମର୍ଥ କରିଥିଲା ।

1894 ରେ ଜଗଦୀଶ ଚନ୍ଦ୍ର ପ୍ରେସିଡେନ୍ସି କଲେଜର ଗାଧୁଆଘର ସଂଲଗ୍ନ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ପ୍ରକୋଷ୍ଠକୁ ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କଲେ । ସେ ପ୍ରତିସରଣ, ବିବର୍ତ୍ତନ ଓ ଧ୍ରୁବଣ ସଂକ୍ରାନ୍ତ ପରୀକ୍ଷାସବୁ ସେଠି କଲେ । ବିକିରଣ ଗ୍ରହଣ ପାଇଁ ଅତି ସଂବେଦୀ ଗାଲଭାନୋମିଟର ସହିତ ଯୁକ୍ତ ବିଭିନ୍ନ ସନ୍ଧି ସବୁ (junction) ବ୍ୟବହାର କଲେ । ଉଭୟ କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ରେଡ଼ିଓ ତରଙ୍ଗ ଓ ଧଳା ଓ ଅତିବାଇଗଣୀ ଆଲୋକ ପାଇଁ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ନିର୍ମାଣରେ ସେ ଗ୍ୟାଲେନା ସ୍ଫଟିକର ବ୍ୟବହାରକୁ ବିକାଶ କଲେ । 1895ରେ ବୋସ ଜନ ସମକ୍ଷରେ ପ୍ରଥମ କରି ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ-ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗ ରୂପୀ ରେଡ଼ିଓତରଙ୍ଗ ପ୍ରେରଣ କରି ଦୂରସ୍ଥିତ ଗୋଟିଏ ଘଣ୍ଟି ବଜାଇଲେ ଓ ବାରୁଦର ବିସ୍ଫୋରଣ ଘଟାଇଲେ । 1897ରେ ବକ୍ତୃତା ଦେବା ପାଇଁ ସେ ଲର୍ଡ଼ ରାଲେଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆମନ୍ତ୍ରିତ ହୋଇଥିଲେ । ସେ ଲଣ୍ଡନରେ ରୟାଲ ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ ଓ ଅନ୍ୟ ଅନୁଷ୍ଠାନରେ ତାଙ୍କର ମାଇକ୍ରୋୱେଭ (2.5 ସେଣ୍ଟିମିଟରୁ 5 ମିଲିମିଟର) ପରୀକ୍ଷା ବିଷୟରେ ବକ୍ତୃତା ଦେଇଥିଲେ । ମାତ୍ର ତାଙ୍କର ଏହି କାର୍ଯ୍ୟର ସୁସ୍ପଷ୍ଟ ବ୍ୟାବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗର ଅଭାବ ଯୋଗୁଁ ବୋଧହୁଏ ସେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଲେ ନାହିଁ । ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷବେଳକୁ ବୋସ ଉଦ୍ଭିଦ ଜଗତର ଅନୁକ୍ରିୟା ଘଟଣା ପ୍ରତି ଆକୃଷ୍ଟ ହେଲେ । ସେ 1915ରେ ପ୍ରେସିଡେନ୍ସି କଲେଜରୁ ଅବସର ନେଲେ ଓ ଏମିରିଟାସ ପ୍ରଫେସର ନିଯୁକ୍ତି ପାଇଲେ । ଦୁଇବର୍ଷ ପରେ କଲିକତାରେ ବୋସ-ଇନଷ୍ଟିଚ୍ୟୁଟ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ହେଲା । 1920ରେ ବୋସ ରୟାଲ ସୋସାଇଟିର ଫେଲୋ ନିର୍ବାଚିତ ହେଲେ ।

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ଗୋଟିଏ ଆଧୁନିକ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ତଥ୍ୟ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସଂକେତ (ଭୋଲ୍ଟେଜ ବା କରେଣ୍ଟ) ରୂପରେ ଥାଏ ।
- ଗୋଟିଏ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଉପାଦାନ ସବୁ ହେଲା (i) ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନସ୍‌ମିଟର (ii) ଦୂରସ୍ଥାନକୁ ବହନ କରିବା ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମ ବା କୌଶଳ ଓ (iii) ସଂକେତଙ୍କୁ ଧରି ତଥ୍ୟ ପୁନରୁଦ୍ଧାର ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଅଭିଗ୍ରାହୀ ।
- ଗୋଟିଏ ଏଣ୍ଟିନା ବା ଏରିୟଲ ପ୍ରକୃତରେ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ପରିବାହକର ସମାହାର ଯାହା କାଂକ୍ଷିତ ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତି ଅଞ୍ଚଳରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତରଙ୍ଗର ବିକିରକ ଓ ଶୋଷକ ।
- ଏନାଲୋଗ ସଂକେତ ପ୍ରକୃତ ସଂକେତ ଯାହା ସମୟ ସହିତ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ଆଉ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ସ୍ପନ୍ଦ ରୂପରେ ଥାଏ ।
- ଡିଜିଟାଲ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଅଧିକ ଦକ୍ଷ, ଭଲ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଓ ଏନାଲୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥା ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ।
- ଏଏମ ରେଡ଼ିଓ ତିନୋଟି ବ୍ୟାଣ୍ଡରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ, ଦୀର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ 144 - 351 କିଲୋ ହର୍ଜ (ଏଲଏଫରେ), ମଧ୍ୟମ ତରଙ୍ଗ 530-1,700 କିଲୋହର୍ଜ (ଏମଏଫରେ) ଓ କ୍ଷୁଦ୍ର ତରଙ୍ଗ 3 - 30 ମେଗାହର୍ଜ (ଏଚ୍ଏଫରେ) । ଏଫଏମ ରେଡ଼ିଓ ବାହାକ ଉପରେ 88 - 104 ମେଗାହର୍ଜ (ଭିଏଚଏଫ)ରେ ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ । ବାଣିଜ୍ୟିକ ଦୂରଦର୍ଶନ ପ୍ରସାରଣ ଭିଏଚ୍ଏଫ – ୟୁଏଚ୍ଏଫ ପରିସରରେ ହୁଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଗୋଟିଏ ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାର ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ?
2. ଏଣ୍ଟିନା କ'ଣ ?
3. ଯୋଗାଯୋଗ ବ୍ୟବସ୍ଥାରେ ଅଭିଗ୍ରାହୀର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବୈଶିଷ୍ଟଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ?
4. ଏନାଲୋଗ ଓ ଡିଜିଟାଲ ସଂକେତର ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଅ । 'ବିଟ'ର ସଂଜ୍ଞା ଦିଅ ।
5. ଭି.ଏଚ୍.ଏଫ ବ୍ୟାଣ୍ଡ ରେଡ଼ିଓ ଆବୃତ୍ତି ପରିସର 30 ରୁ 300 ମେଗାହର୍ଜ (MHz) ଯାଏଁ ବ୍ୟାପ୍ତ । ଆବୃତ୍ତି ଓ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ସହିତ ବେଗର ପରିଚିତ ସମୀକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଭି.ଏଚ୍.ଏଫର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିସର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଆଲୋକର ବେଗର ମାନ 3×10^8 m/s ନିଅ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର

31.1

1. 30 କିଲୋହର୍ଜ – 300 ମେଗାହର୍ଜ

2. ଗୋଟିଏ ରେଡ଼ିଓ ଏଣ୍ଟିନାର ଇଷ୍ଟତମ ଆକାର ସଂକେତର ଆବୃତ୍ତି ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ । ଏହା ପ୍ରେରଣ ଓ ଗ୍ରହଣ ପାଇଁ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଯେପରି ସର୍ବାଧିକ ବିକିରିତ ଅଂଶକୁ ଧରି ପାରିବ ତାହା ଦେଖାଯାଏ ।

31.2

2. $\lambda = c/\nu = 3 \times 10^8$ m/s / 30×10^6 s^{-1} =10m

3. $10^{14} – 10^{15}$ ହର୍ଜ

ଅନ୍ତିମ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

5. 10m – 1m